ONDO PIZZOFALCONE

98-A-31

NAZIONALE
B. Prov.
BIBLIOTECA
VITT. EM. III
272
NAPOLI

PROVINCIALE

Palchetto

Num.° d'ordine

~~105~~
5
~~26-29~~

1. 10 B. Prov.
IX
272-75

Digitized by Google

642 326

— 1843 —

EXTRAIT DU CATALOGUE

DE LANGLOIS ET LECLERCQ

COURS ÉLÉMENTAIRE

D'HISTOIRE NATURELLE

A L'USAGE

DES COLLÉGES ET DES MAISONS D'ÉDUCATION

RÉDIGÉ

Conformément au Programme de l'Université du 14 septembre 1840,

PAR

MM. MILNE EDWARDS, A. DE JUSSIEU & BEUDANT.

ZOOLOGIE

Par M. MILNE EDWARDS, membre de l'Institut, professeur au Jardin-des-Plantes.

BOTANIQUE

Par M. A. DE JUSSIEU, membre de l'Institut, professeur au Jardin-des-Plantes.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE

Par M. F. S. BEUDANT, membre de l'Institut, inspecteur-général des études.

3 forts volumes in-12, ornés de plus de 2,000 figures intercalées dans le texte.

Chaque volume se vend séparément :

Broché.....6 fr. Cartonné à l'anglaise.. 7 fr.

MÉMOIRES

POUR SERVIR A UNE

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

DE LA FRANCE

PAR MM. DUFRÉNOY ET ÉLIE DE BEAUMONT.

Il en a paru 4 volumes in-8°. Le cinquième est sous presse.

PRIX DES QUATRE VOLUMES : 35 FRANCS.

LEÇONS ÉLÉMENTAIRES

DE

BOTANIQUE

Fondées sur l'analyse de

50 PLANTES VULGAIRES

ET FORMANT

UN TRAITÉ COMPLET

D'ORGANOGRAPHIE ET DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

A l'usage des Étudiants et des Gens du monde,

PAR M. EMM. LE MAOUT

Docteur en médecine, ex-démonstrateur de botanique à la Faculté de Médecine de Paris.

....Πᾶσι γὰρ εὐμενὴς ἡ Ἐπιστήμη.

..Car la science est l'amie de tous.

(PLATON.)

UN BEAU VOLUME IN-8°, DIVISÉ EN DEUX PARTIES

Illustré d'un Atlas de 50 plantes et de 500 figures intercalées dans le texte

Prix avec figures noires... 15 fr.

avec figures coloriées. 25 fr.

GÉOLOGIE APPLIQUÉE

OU TRAITÉ DE LA RECHERCHE ET DE L'EXPLOITATION

DES

MINÉRAUX UTILES

PAR M. AMÉDÉE BURAT

Ingénieur, Professeur d'exploitation des mines à l'École royale des Arts et Manufactures, etc.

Un beau volume in-8°, divisé en deux parties,
orné de vues pittoresques gravées sur acier, et d'un grand nombre
de figures sur bois intercalées dans le texte.

Prix du volume complet broché : 12 fr.

MÉMOIRES
DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

CHAQUE PARTIE IN-4°, [illegible] FR.

Il se publie par an une partie composée de 20 à 25 feuilles de texte et de 12 à 15 planches.

Les dix parties parues forment 5 volumes.

BLAINVILLE (Ducrotay de). Manuel d'actinologie et de zoophytologie, contenant : 1° une histoire abrégée de cette partie de la zoologie, avec des considérations générales sur l'anatomie, la physiologie, les mœurs, les habitudes et les usages des actinozoaires; 2° un système général d'actinologie, tiré à la fois des animaux et de leurs parties solides ou polypiers; 3° un catalogue des principaux auteurs qui ont écrit sur ce sujet. 1 fort vol. in-8, avec un atlas de 100 pl., représentant une espèce de chaque genre et sous-genre; en noir, 40 fr., et fig. coloriées. 100 fr.

BLAINVILLE (Ducrotay de). Manuel de malacologie et de conchyliologie, contenant : 1° une histoire abrégée de cette partie de la zoologie; des considérations générales sur l'anatomie, la physiologie et l'histoire naturelle des malacozoaires, avec un catalogue des principaux auteurs qui s'en sont occupés; 2° des principes de conchyliologie, avec une histoire abrégée de cet art et un catalogue raisonné des auteurs principaux qui en traitent; 3° un système général de malacologie tiré à la fois de l'animal et de sa coquille dans une dépendance réciproque, avec la figure d'une espèce de chaque genre. 1 vol. de texte et 1 vol. de pl. cart.; figures noires, 40 fr., et [illegible] or. 100 fr.

BOUÉ (A.). Guide du Géologue voyageur, sur le modèle de l'*Agenda géognostica*, par M. Léonhard. 2 vol. in-12, fig. 12 fr.

BRARD (C. P.). Éléments pratiques d'exploitations des mines, contenant tout ce qui est relatif à l'art d'explorer la surface des terrains, d'y faire des travaux de recherche et d'y établir des exploitations réglées; la description des moyens employés pour l'extraction et le transport souterrain des minerais et des combustibles; les diverses méthodes de boiser, de murailler, aérer et assécher les mines; les secours à donner aux noyés, asphyxiés et brûlés; des notions sur l'administration, la comptabilité, etc. 1 vol. in-18, avec 32 planches. 12 fr.

BRONGNIART (Alex.). Introduction à la minéralogie, ou Exposé des principes de cette science et de certaines propriétés des minéraux, considérés principalement dans la valeur qu'on peut leur attribuer comme caractères. 1 vol. in-8, fig. 4 fr. 50 c.

BRONGNIART (Alex.). Tableau théorique de la succession et de la disposition des terrains et roches qui composent l'écorce de la terre. In-plano en noir. 3 fr. Le même, colorié. 5 fr.

BUCH (Léopold de). Description physique des Iles Canaries, suivie d'une indication des principaux volcans du globe; trad. de l'all., par C. Boulanger, ingénieur des mines, revue et augmentée par l'auteur. In-8, avec atlas de pl. in-fol. 25 fr.

BURAT (Amédée). Description des terrains volcaniques de la France centrale. In-8, avec 10 planches. 7 fr. 50 c.

CHEVREUL. De la loi du contraste simultané des couleurs, et de l'assortiment des objets colorés, considéré d'après cette loi, dans ses rapports avec la peinture, les tapisseries des Gobelins, les tapisseries de Beauvais pour meubles, les tapis de la Savonnerie, la mosaïque, les vitraux coloriés, l'impression des étoffes, l'imprimerie, l'enluminure, la décoration des édifices, l'habillement et l'horticulture. 1 vol. in-8, avec atlas. 30 fr.

D'AUBUISSON DE VOISINS. Traité d'hydraulique, à l'usage des ingénieurs. 2e édit., in-8, avec pl. 9 fr.

D'AUBUISSON DE VOISINS. Traité du mouvement de l'eau dans les tuyaux de conduite, à l'usage des ingénieurs. 2e édition, in-8. 2 fr.

D'AUBUISSON DE VOISINS. Traité de géognosie, ou Exposé des connaissances actuelles sur la constitution physique et minérale du globe terrestre, contenant le développement de ces connaissances. 2e édition, continuée par Amédée Burat. 3 vol. in-8, avec planches. 23 fr.

DE LA BECHE (Henry T.). Recherches sur la partie théorique de la géologie: traduit de l'anglais par H. de Collegno. 1 vol. in-8, fig. imprimées dans texte et deux planches. 7 fr.

DE LA BECHE (Henry T.). L'art d'observer en géologie, traduit de l'anglais, par H. de Collegno. 1 vol. in-8, avec des fig. imprimées dans le texte. 7 fr.

DE LA BECHE (Henry T.). Manuel géologique. 2e édition, publiée à Londres en 1832; traduction française, revue et publiée par A. J. M. Brochant de Villiers. 1 vol. in-8, avec 197 fig. imprimées dans le texte. 16 fr.

DE LA BECHE (Henry T.) Coupes et vues pour servir à l'explication des phénomènes géologiques. 40 planches coloriées in-4, avec un texte, traduit par H. de Collegno. 20 fr.

HUMBOLDT (Alex. de). Essai géognostique sur le gisement des roches dans les deux hémisphères. 2e édition. 1 vol. in-8 7 fr.

LYELL. Nouveaux éléments de géologie, traduits de l'anglais par madame T. Meulien, avec le concours et sous les auspices de M. Arago. 1 vol in-12, enrichi de 300 vignettes gravées sur bois par Porret; cart. 10 fr.

OMALIUS D'HALLOY (J. J. d'). Éléments de géologie. 3e édit. 1 vol. in-8, avec 1 carte et 2 pl. 9 fr.

OMALIUS D'HALLOY (J. J. d') Introduction à la géologie, ou première partie des éléments d'histoire naturelle inorganique, contenant des notions d'astronomie, de météorologie et de minéralogie, avec un atlas de 3 tableaux et 17 pl. In-8. 14 fr.

OMALIUS D'HALLOY (J. J. d'). Des roches considérées minéralogiquement. Nouvelle édition. 1 vol. in-8, br. 3 fr. 50 c.

DIVISION de la terre en régions géographiques, d'après les Éléments de géologie de J. J. d'Omalius d'Halloy, atlas de 6 cartes coloriées. 1 vol. in-8, cart. 2 fr. 50 c.

PRÉVOST (Constant). Coupe des terrains tertiaires du bassin de Paris. In-plano. 2 fr.

PRINCIPES
DE GÉOLOGIE.

Digitized by Google

Paris. — Typ. LACRAMPE et Comp., rue Damiette, 2.

Biblioteca Nazionale
V. E. III
NAPOLI

État actuel du Temple de Jupiter Serapis à Pozzuoli

Paris publiée par Langlois et Leclercq

Digitized by Google

642376

PRINCIPES

Digitized by Google

Paris publiée par Langlois et Leclercq

Digitized by Google

642376

PRINCIPES
DE GÉOLOGIE,

OU

ILLUSTRATIONS
DE CETTE SCIENCE

EMPRUNTÉES AUX CHANGEMENTS MODERNES
que la Terre et ses Habitants ont subis.

PAR
CHARLES LYELL, ESQ.,
membre de la Société royale de Londres,

OUVRAGE TRADUIT DE L'ANGLAIS, SUR LA SIXIÈME EDITION, ET SOUS LES AUSPICES DE

M. ARAGO,

PAR
Mme TULLIA MEULIEN.

Au milieu de toutes les révolutions du globe, l'économie de la Nature est restée uniforme, et ses lois sont les seules choses qui aient resisté au mouvement général. Les rivières et les rochers, les mers et les continents, ont subi des modifications dans toutes leurs parties; mais les lois qui président à ces changements et les règles auxquelles ils obéissent, sont restées invariablement les mêmes.

(PLAYFAIR, *Explication de la théorie de Hutton.*)

PREMIÈRE PARTIE.

PARIS,
LANGLOIS ET LECLERCQ,
RUE DE LA HARPE, 81.
1843.

Digitized by Google

A ma cousine et amie, madame la comtesse de Lézert

Digitized by Google

Digitized by Google

AVERTISSEMENT DU TRADUCTEUR.

La réputation plus qu'européenne que s'est acquise l'ouvrage de M. Lyell, m'a encouragée à entreprendre la traduction dont je viens aujourd'hui faire hommage au public. Quelque attrayante, cependant, que pût être cette tâche, me serais-je hasardée à la remplir si M. Arago n'eût bien voulu, pour ce troisième essai, comme pour les deux premiers que j'ai déjà tentés sous ses auspices, m'accorder son inappréciable et consciencieuse assistance?

Après avoir fait, en 1830 seulement, leur première apparition dans le monde savant, les « Principes de

Géologie, » auxquels les « Éléments » servent d'introduction, sont actuellement parvenus à leur sixième édition.

Ce succès, tout prodigieux qu'il soit, ne surprendra nullement les personnes à qui il est donné d'apprécier, dans sa langue originale, un livre où l'auteur a su exposer avec l'habileté qui le distingue comme écrivain et comme géologue, une multitude de faits non moins intéressants par eux-mêmes que par l'appui qu'ils prêtent à une théorie célèbre. Je veux parler de l'hypothèse suivant laquelle les causes actuelles seraient les mêmes que celles qui, dans les âges les plus reculés de l'histoire de ce globe, ont donné lieu aux phénomènes variés que présentent sa configuration et la structure intérieure de l'écorce terrestre. Cette théorie ingénieuse, adoptée par l'auteur et soutenue de son brillant talent, ne pouvait, entre ses mains, manquer de servir de texte à l'un des ouvrages les plus remarquables dont la géologie puisse se faire honneur. Grâce donc à M. Lyell; cette science sera la bienvenue, non-seulement auprès de ceux qui par la nature de leurs études se trouvent initiés d'avance à ses principaux secrets, mais auprès de ceux même de qui son nom est resté jusqu'ici ignoré.

Cet ouvrage nous ayant paru susceptible d'être divisé en quatre parties parfaitement distinctes, nous

nous sommes proposé d'en faire un nombre égal de volumes. Le premier comprend les treize chapitres dont M. Lyell a formé ce qu'il appelle son premier *Livre*. Il renferme d'abord une esquisse historique de la science, où l'auteur passe en revue les principaux écrivains, tant anciens que modernes, qui ont traité de Cosmogonie ou de Géologie, donnant sur leurs opinions, leurs théories ou leurs travaux, des détails proportionnés à leur importance, et accompagnant souvent les commentaires auxquels il se livre, de réflexions philosophiques propres à les rendre doublement intéressants et instructifs. Viennent ensuite des considérations aussi nombreuses que variées sur le système si controversé des *causes actuelles*, dont M. Lyell est depuis longtemps, comme on sait, un des plus ardents et des plus habiles défenseurs.

La seconde partie offrira l'exposition des causes aqueuses et de tous les faits dus à ces causes; elle contiendra, en outre, les différents chapitres dans lesquels l'auteur a traité de l'enfouissement des fossiles dans les terrains où la présence de ces corps est d'un si grand secours pour l'étude de la géologie; elle se terminera par le chapitre que M. Lyell a consacré à l'explication de la formation des récifs de coraux, ainsi qu'à l'exposé de la théorie ingénieuse de M. Darwin sur ceux de ces récifs qui sont circulaires, et auxquels on a donné le nom d'*Atolls*.

La troisième partie comprendra tout ce qui se rattache aux causes ignées, telles que les phénomènes à la fois si imposants et si terribles des volcans et des tremblements de terre ; enfin, la quatrième embrassera toutes les grandes questions relatives à l'origine, à l'existence et à l'extinction des espèces.

à

W. LONSDALE, Esq.,

membre de la Société Géologique de Londres.

Mon cher Lonsdale,

Je me hasarde à vous dédier cet ouvrage sans vous demander votre agrément, dans la crainte que vous ne vous refusiez à me laisser exprimer publiquement tout ce que je vous dois pour l'assistance que j'ai trouvée si souvent en vous, et parce que je connais la générosité ordinaire avec laquelle vous souffrez que les résultats de vos propres travaux prennent place dans les écrits des autres. Mais vous me pardonnerez, je l'espère, d'avoir saisi

cette occasion de témoigner mon admiration pour vos talents et pour le zèle aussi infatigable que désintéressé que vous mettez à servir la cause de la Géologie.

Croyez-moi, mon cher Lonsdale, tout à vous bien sincèrement.

C. LYELL.

Londres, le 15 juin 1840.

Digitized by Google

PRÉFACE DE L'AUTEUR.

C'est en 1827 que le premier manuscrit des « Principes de Géologie » fut remis à l'éditeur; mais à cette époque, la plus grande partie de ce manuscrit se trouvait incomplète, les chapitres relatifs à « l'histoire ancienne de la géologie » et aux « causes inorganiques de changement » étant les seuls qui fussent prêts alors à être livrés à l'impression. Voici l'indication des époques où parurent successivement les différents volumes et les diverses éditions de cet ouvrage.

1er Volume, in-octavo.....	Janvier	1830
2e Volume, id.....	Janvier	1832
1er Volume, 2e édition, in-octavo.....		1832
2e Volume, id. id.....	Janvier	1833
3e Volume, 1re édition, id.....	Mai	1833
Nouvelle édition (appelée la troisième) de l'ouvrage complet en 4 volumes, in-12...	Mai	1834
4e édition, 4 volumes in-12.....	Juin	1835
5e édition, id. id.....	Mars	1837

En juillet 1838, c'est-à-dire, un an et demi environ après la publication de la cinquième édition, parurent mes « Éléments de Géologie » (1 vol. in-12), qui, à l'origine, avaient été écrits sous forme de « supplément aux Principes. » Dans ce volume, je me bornai à traiter de la Géologie proprement dite, de manière à le rendre entièrement indépendant des trois premiers livres des Principes, qui se rapportaient exclusivement aux changements récents que la terre et ses habitants ont subis, et qui sont propres à donner l'explication des phénomènes géologiques. Mais le quatrième Livre des Principes ayant principalement pour objet de décrire les formations les plus modernes, que l'on désigne ordinairement sous le nom de formations tertiaires, et contenant, en outre, une notice abrégée sur les roches anciennes, le fond du sujet s'y trouvait, jusqu'à un certain point, le même que dans les Éléments, bien que les questions y fussent traitées d'une manière différente. Or, c'est par ce motif que je me décidai, en préparant la présente édition, d'abord, à abréger, et puis enfin, à séparer tout à fait ce dernier volume du reste des Principes, me réservant de publier ailleurs, en détail, ma classifi-

cation des strates tertiaires, aussitôt que j'aurais complété la série de recherches dont je m'occupe en ce moment. Par suite de ce nouvel arrangement, je me livrai exclusivement, dans la sixième édition, à l'examen des changements actuellement en voie de s'accomplir à la surface du globe, soit dans le monde organique, soit dans le monde inorganique, et de l'influence que ces changements peuvent avoir sur l'interprétation des monuments géologiques.

Toutefois, pour donner plus d'unité au plan des Principes, j'ai pensé qu'il pouvait être à propos d'incorporer certains passages appartenant autrefois au quatrième Livre, dans les essais préliminaires qui suivent immédiatement l'histoire des progrès de la Géologie (Voy. Livre I). Je me suis efforcé de donner dans ces essais une explication complète des faits et des arguments qui me portent à croire que les forces agissant de nos jours, tant au-dessus qu'au-dessous de la surface de la terre, pourraient fort bien être identiques par leur nature et par leur intensité avec celles qui, à des époques anciennes, ont donné lieu à des révolutions géologiques; c'est-à-dire, que, pour expliquer les phénomènes observés, nous pouvons

nous dispenser de recourir à des catastrophes subites, violentes et générales, et regarder les changements anciens et les changements actuels, tant dans le monde organique que dans le monde inorganique, comme appartenant à une série d'événements uniforme et continue. Or, pour remplir le but que je me proposais d'atteindre, j'ai été obligé de transporter plusieurs passages, et deux chapitres entiers, du quatrième Livre au premier, qui s'est trouvé ainsi augmenté de quatre nouveaux chapitres (le dixième et les suivants, jusqu'au treizième inclusivement).

Comme il serait trop long d'énumérer ici toutes les autres additions et corrections qui ont été introduites dans cette édition, je me bornerai à en citer quelques-unes des plus importantes, pour mettre ceux qui connaissent déjà les Principes, à portée de juger ce que cet ouvrage renferme de nouveau. On verra que presque tous les changements que j'ai été dans le cas d'y apporter étaient devenus nécessaires, par suite des découvertes ou des publications faites depuis 1836, époque où fut écrite la cinquième édition.

J'avais dit auparavant, dans le premier Livre, que l'on n'avait encore trouvé aucun quadrumane

Digitized by Google

à l'état fossile, et je m'étais en même temps livré à quelques considérations sur les causes probables de la rareté de ces débris; mais, depuis peu, des restes appartenant à cette classe d'animaux ont été découverts en France, en Angleterre, dans l'Inde et au Brésil. (Voy. vol. I, p. 392.)

Dans l'exposé des diverses opinions que l'on a successivement adoptées à l'égard des anciens changements climatériques, j'avais cité plusieurs théories astronomiques proposées à cette occasion. A ces théories sont venues s'ajouter, depuis, une nouvelle hypothèse de feu M. Poisson sur la température inégale des régions de l'espace dans lesquelles on suppose que notre soleil et tout son système ont été successivement transportés; et une conjecture de sir John Herschel, sur la possibilité d'une certaine connexion entre l'éclat variable de quelques étoiles et les changements séculaires du climat. (Voy. vol. I, pages 352 et 355.)

Ailleurs, j'ai donné quelques détails sur le résultat des recherches mathématiques de M. Hopkins, ayant pour but de déterminer jusqu'à un certain point l'épaisseur de la croûte solide du globe, à l'aide d'une nouvelle solution du pro-

blème de la précession des équinoxes. (Voy. vol. III, chap. X.)

J'ai rendu compte aussi des objections que le professeur Bischoff a élevées contre la théorie chimique de la chaleur volcanique (*), et de la réplique du docteur Daubeny (**), à l'occasion des causes qui donnent lieu aux volcans et aux tremblements de terre. Les deux chapitres (X et XI du troisième volume) qui traitent de ce sujet, ont été entièrement refondus.

Un chapitre complétement nouveau sur la faculté que possèdent la glace des rivières, les glaciers et les champs de glace d'opérer le transport des matières solides ainsi que de polir et sillonner la surface des roches, a été de plus introduit dans cette édition. Les faits et les explications qui se trouvent dans ce chapitre ont presque tous été extraits de ma correspondance particulière pendant ces quatre dernières années, ou de publications nouvelles. (Voy. vol. II, chap. III.)

Les observations de sir J. G. Wilkinson, sur le Delta du Nil (***), m'ont conduit à faire quelques

(*) Jamieson's Ed. New Phil. Journ. (Nouveau Journal philosophique d'Edimbourg, publié par Jamieson), 1839.

(**) Ibid.

(***) Geograph. Journ. (Journal de Géographie), 1839.

additions et quelques corrections au cinquième chapitre du second volume.

Ailleurs j'ai signalé les nouvelles observations de Niccolini et de Capocci, relativement au mouvement du sol sur lequel repose le temple de Sérapis. (Vol. III, chap. VIII.)

Ayant, en 1838, fait faire, avec l'assistance du capitaine Grant, la reconnaissance de la situation d'Ullah Bund et du fort de Sindree, dans le Cutch, j'ai pu comparer l'état actuel de ce district avec celui dans lequel il était immédiatement après le tremblement de terre de 1819. (Voy. vol. III, chap. VI.)

L'esquisse que j'avais déjà donnée des bornes géographiques des régions volcaniques a été perfectionnée d'après plusieurs ouvrages nouveaux, tels entre autres que le supplément à la nouvelle édition (Paris, 1836) de la description des îles Canaries de M. de Buch. (Voir vol. III, chap. I.)

Pour ce qui regarde l'Etna, j'ai eu recours à l'excellent essai de M. de Beaumont, publié en 1838, sur la structure de ce volcan, et à l'ouvrage posthume de Hoffmann sur la Sicile (Berlin, 1839).

D'un autre côté, j'ai consulté les nouvelles publications de MM. de Buch, Abich, Dufrénoy,

de Beaumont et Hoffmann, pour les chapitres dans lesquels j'ai traité de l'origine des cônes volcaniques et de la théorie de leur soulèvement. (Voy. vol. III, chap. II et III.)

Enfin, les idées nouvelles émises par M. Darwin, sur l'origine des récifs circulaires de coraux, ou îles à lagune, m'ont fait renoncer à l'hypothèse que je soutenais autrefois, savoir, que ces récifs reposent sur des cratères volcaniques submergés. Je me suis, en outre, livré à quelques considérations sur les conséquences qui m'ont semblé découler nécessairement de sa nouvelle théorie des affaissements. (Voy. vol. II, chap. dernier.)

Je ne me dissimule pas qu'un grand nombre de faits importants et d'ouvrages de mérite, relatifs à l'histoire naturelle surtout, peuvent, depuis ces quatre dernières années, avoir été livrés au monde savant sans que j'en aie eu connaissance; mais le lecteur acceptera, je l'espère, comme excuse, la difficulté toujours croissante qu'il y a à se tenir au courant des progrès si rapides que font chaque jour la géologie, et les diverses sciences qui s'y rattachent.

TABLE

DES MATIÈRES

DE LA PREMIÈRE PARTIE.

Pages

CHAPITRE I. — Définition de la Géologie. — Comparaison de cette science avec l'Histoire. — De sa corrélation avec la plupart des autres sciences physiques. — De l'erreur qu'il y aurait à confondre la Géologie avec la Cosmogonie..... 1

CHAPITRE II. — ESQUISSE HISTORIQUE DES PROGRÈS DE LA GÉOLOGIE. — Cosmogonie orientale. — Doctrine de la destruction et de la reformation successives du monde. — Origine de cette doctrine, en faveur chez les Égyptiens, et adoptee par les Grecs. — Systèmes de Pythagore et d'Aristote. — Dogmes touchant l'extinction et la reproduction des genres et des espèces. — Théorie de Strabon sur les soulèvements de terrains produits par les tremblements de terre. — Pline. — Remarques générales sur les connaissances des anciens..... 9

CHAPITRE III. — SUITE DE L'HISTOIRE DES PROGRÈS DE LA GÉOLOGIE. — Écrivains arabes du dixième siècle. — Avicenne. — Omar. — Cosmogonie du Coran. — Kaswini. — Écrivains italiens anciens. — Léonard de Vinci. — Fracastoro. — Contro-

Pages

verse relative à la nature réelle des fossiles. — Origine de ces corps attribuée au déluge biblique. — Palissy. — Sténon. — Scilla. — Quirini. — Boyle. — Lister. — Leibnitz. — Théorie de Hooke sur les soulèvements produits par les tremblements de terre, et sur l'extinction de certaines espèces d'animaux. — Ray. — Ecrivains physico-théologiques. — Théorie diluvienne de Woodward. — Burnet. — Whiston. — Vallisneri. — Lazzaro Moro. — Generelli. — Buffon. — Condamnation de sa théorie, considérée comme hétérodoxe par la Sorbonne. — Déclaration faite par lui au sujet de cette théorie. — Targioni. — Arduino. — Michell. — Catcott. — Raspe. — Fuchshel. — Fortis. — Testa. — Whitehurst. — Pallas. — Saussure..... 44

CHAPITRE IV. — Suite de l'histoire des progrès de la géologie. — Werner applique la Géologie à l'art d'exploiter les mines. — Du caractère varié des leçons de ce célèbre professeur. — Enthousiasme de ses élèves. — De l'autorité de ses opinions. — Des erreurs qui accompagnèrent ses idées théoriques. — Carte et description de l'Auvergne par Desmarest. — Controverse entre les Vulcanistes et les Neptunistes. — De l'acrimonie à laquelle se laissèrent aller ces deux sectes rivales. — Théorie de la Terre, de Hutton. — Importance de la découverte faite par ce minéralogiste de certaines veines de granit. — Originalité de ses opinions. — Motifs de l'opposition qu'elles rencontrèrent. — Illustration de la théorie de Hutton, par Playfair. — Influence des écrits de Voltaire sur la Géologie. — Imputations dirigées contre les Huttoniens par Williams, Kirwan et Deluc. — Carte d'Angleterre de Smith. — Société géologique de Londres. — Progrès de la science en France. — Importance croissante de l'étude des débris organiques..... 130

CHAPITRE V. — Des préjugés qui ont retardé les progrès de la géologie. — Des préjugés relatifs à la durée des temps passés. — De ceux auxquels donne lieu notre position particulière comme habitant les continents, et de ceux qui proviennent de l'impossibilité où nous sommes d'être témoins des change-

Pages

ments souterrains actuellement en voie de s'accomplir. — Différence apparente entre la marche actuelle de la Nature et celle d'autrefois, résultant de la combinaison de ces diverses causes. — Considérations relatives aux objections qui ont été faites à la théorie par suite de laquelle on admet que les changements anciennement produits à la surface du globe sont dus à des causes analogues, quant à la nature et à l'intensité, à celles qui agissent de nos jours..... 177

CHAPITRE VI. — RÉFUTATION DE LA DOCTRINE PAR SUITE DE LAQUELLE ON ADMET UNE DIFFÉRENCE ENTRE LES CAUSES ANCIENNES ET LES CAUSES ACTUELLES. — De l'excès de chaleur de l'ancien climat de l'hémisphère nord par rapport à sa température actuelle. — Preuves directes à l'appui de cette différence, déduites des débris organiques que renferment les terrains stratifiés de la Sicile et de l'Italie. — Autres preuves admises par analogie, d'après la découverte de certains quadrupèdes éteints. — Ensevelissement d'animaux dans des bancs de glace. — Mammouths trouvés en Sibérie. —Témoignages fournis par les fossiles des terrains secondaires et tertiaires, ainsi que par les plantes de la formation houillère, à l'égard de la température. — Limite septentrionale de ces fossiles. — Examen relatif à la question de savoir si les plantes du terrain houiller étaient de nature à résister à la longue durée d'une nuit arctique 211

CHAPITRE VII. — SUITE DE L'EXAMEN DE LA QUESTION RELATIVE A LA PRÉTENDUE DISCORDANCE ENTRE LES CAUSES ANCIENNES ET LES CAUSES ACTUELLES. — Des diverses causes qui ont donné lieu aux modifications du climat. — Remarque sur la distribution actuelle de la chaleur à la surface du globe. — Du rapport qui existe entre la température moyenne et la position relative des continents et des mers. — Des lignes isothermes. — Des courants venant des régions équatoriales.— Des glaces flottantes.— De la différence de température qu'on observe entre l'hémisphère nord et l'hémisphère sud. — De la combinaison des causes qui pourraient produire le maximum de froid que la surface de la terre

Pages

est susceptible d'éprouver. — Conditions nécessaires à la production d'un climat de chaleur extrême, et des effets probables qu'un tel climat exercerait sur la vie organique..... 256

CHAPITRE VIII. — Examen de la question qui a pour but de rechercher si, lors du dépôt des strates fossilifères les plus anciennes, la configuration géographique de l'hémisphère boréal était de nature à donner lieu à un climat excessivement chaud. — État de la surface à l'époque où le calcaire de montagne et le terrain houiller furent déposés. — Des changements qui se sont manifestés dans la géographie physique, entre la période Carbonifère et celle de la Craie. — De la transition brusque qu'on observe entre les fossiles des époques secondaire et tertiaire. — De l'augmentation de la terre-ferme, et de l'élévation de certaines chaînes de montagnes, après la solidification des roches secondaires. — Explication de la carte indiquant l'étendue de la surface qui, en Europe, a été recouverte par la mer depuis le commencement de la période tertiaire. — Théories astronomiques relatives aux causes déterminantes des variations qui ont lieu dans le climat. — Théorie de la diminution de la chaleur primitive attribuée au globe terrestre..... 315

CHAPITRE IX. — Théorie du développement progressif de la vie organique a diverses époques géologiques successives. — Théorie du développement progressif de la vie organique; l'observation n'en démontre pas la vérité. — Découverte d'animaux vertébrés et de plantes de l'organisation la plus parfaite, dans des terrains très-anciens. — Des différences qu'on observe entre les débris organiques des diverses formations successives. — De l'origine comparativement moderne de la race humaine ; résultat sans importance pour la doctrine populaire du développement successif. — Considérations sur les effets produits dans le système, par l'apparition de l'homme à la surface du globe..... 360

CHAPITRE X. — De l'intensité supposée des forces aqueuses et des forces ignées dans les temps anciens. — De l'intensité

Pages

des causes aqueuses.—Des preuves, fournies par les fossiles, de l'accumulation lente des strates. — Du rapport nécessaire entre la dénudation et les dépôts formés à la surface de la terre. — Des blocs erratiques et des effets produits par les glaces. — Des déluges et des causes auxquelles on les rapporte. — De l'universalité supposée des anciens dépôts. — De l'intensité de l'action ignée lors des périodes anciennes. — Des formations volcaniques à toutes les époques géologiques. — De la diversité d'âge des roches plutoniques. — Du développement graduel des mouvements souterrains. — Des failles..... 415

CHAPITRE XI.—RÉFUTATION DE LA DOCTRINE QUI ADMET, DANS LE MONDE ORGANIQUE, DES PÉRIODES ALTERNANTES DE TRANQUILLITÉ ET DE BOULEVERSEMENT, ET DES RÉVOLUTIONS SOUDAINES. — Exposé des faits qui ont donné lieu à cette doctrine. — Autre explication de ces faits, reposant sur l'uniformité et la succession continue des changements qui s'opèrent soit dans le monde organique, soit dans le monde inorganique. — Des diverses manières de considérer ce sujet : 1° Sous le rapport de l'organisation vivante, de l'extinction des espèces, et de l'apparition de nouveaux animaux et de nouvelles plantes à la surface de la terre ; 2° sous le rapport des changements que déterminent, dans l'écorce du globe, les mouvements souterrains qui, après s'être fait longtemps sentir en de certaines régions, viennent ensuite à se manifester sur d'autres points; 3° enfin, sous le rapport des lois qui président à la formation des strates fossilifères, et au changement des points où se déposent les matières sédimentaires. — Dernières remarques et conclusions sur l'influence combinée de ces divers modes et causes de changement pour donner lieu à des interruptions et à des lacunes dans la chaîne des monuments géologiques. — Ces lacunes sont indépendantes des révolutions et des catastrophes tant générales que locales, qui ont eu lieu dans le monde organique..... 445

CHAPITRE XII. — DU SOULÈVEMENT SUBIT ET DU PARALLÉLISME SUPPOSÉ DES CHAÎNES DE MONTAGNES CONTEMPORAINES. — Ex-

Pages

position de la théorie du soulèvement subit des chaînes de montagnes parallèles. — Objections à la preuve alléguée en faveur de la soudaineté du soulèvement, et de la contemporanéité des chaînes parallèles. — Considérations tendant à établir qu'ainsi que de grandes étendues de terre s'élèvent et s'abaissent lentement, de même des zones étroites peuvent être graduellement soulevées à de grandes hauteurs. — Du défaut de parallélisme dans les lignes de volcans en activité..... 485

CHAPITRE XIII. — DE LA DIFFÉRENCE DE TEXTURE QU'ON OBSERVE ENTRE LES ROCHES ANCIENNES ET LES ROCHES MODERNES. — De la solidification des strates fossilifères. — De la solidité originelle de certains dépôts. — Texture propre aux roches de transition et texture schisteuse. — Caractère cristallin des roches Plutoniques et Métamorphiques. — Théorie de leur origine. — Elle est essentiellement souterraine. — Aucune preuve n'indique qu'aux époques anciennes ces roches aient été produites en plus grande abondance que de nos jours — Dernières remarques et conclusions sur l'identité entre l'ancien système et le système actuel de changements terrestres..... 502

FIN DE LA TABLE.

INDICATIONS POUR LE RELIEUR.

VOL. I. — PREMIÈRE PARTIE

Le frontispice doit être placé en regard de la page de titre.

La planche 1, en regard de la page..... 304.

— 2..... 305

— 3..... 356.

NOTA.

—

Les longitudes citées dans cet ouvrage sont rapportées à Greenwich, et les milles anglais ont été transformés en lieues de 25 au degré, ou de 4,444 mètres.

Digitized by Google

PRINCIPES
DE GÉOLOGIE.

LIVRE PREMIER.

CHAPITRE I.

Définition de la Géologie.—Comparaison de cette science avec l'histoire. — De sa corrélation avec la plupart des autres sciences physiques. — De l'erreur qu'il y aurait à confondre la Géologie avec la Cosmogonie.

La Géologie est la science qui traite des changements successifs qui se sont opérés dans les règnes organique et inorganique de la Nature : elle recherche les causes de ces changements, et leur influence sur les modifications que la surface du globe et sa structure intérieure ont subies.

A l'aide de nos investigations sur l'état de la terre et de ses habitants, en des temps reculés, nous acquérons une connaissance plus parfaite de sa constitu-

tion, et nous obtenons des notions plus étendues sur les lois qui, à l'époque actuelle, gouvernent ses productions animées et inanimées. Lorsque nous étudions l'histoire, la comparaison de l'état présent et de l'état passé de la société donne à notre jugement sur la nature humaine, plus de rectitude et plus de profondeur. Nous découvrons la longue série d'événements qui, peu à peu, ont amené les choses à leur état actuel. Si nous prenons soin d'enchaîner les effets à leurs causes, nous arrivons sans peine à classer et à graver dans notre mémoire une multitude de rapports compliqués, tels que les diverses particularités du caractère national, les différents degrés de perfectionnement moral et intellectuel, et une infinité d'autres circonstances qui, sans l'aide de l'histoire, seraient ou mal comprises, ou dénuées d'intérêt. De même que la condition présente des nations est le résultat d'un grand nombre de changements antérieurs, les uns d'une date extrêmement ancienne, les autres d'une origine récente, les uns graduels, les autres subits et violents; de même, l'état du monde physique est le résultat d'une longue suite d'événements. Si donc nous voulons ajouter quelque chose à nos connaissances sur l'ordre actuel, il nous faudra rechercher les effets qui, dans les temps anciens, ont été le produit des diverses opérations de la Nature.

Quand nous jetons un coup d'œil en arrière sur les annales des nations, nous remarquons souvent avec surprise combien le succès de telle ou telle bataille, dès longtemps oubliée par la masse des peuples, a exercé d'influence sur le sort de plusieurs millions de nos contemporains. Nous trouvons qu'à cet événement éloigné se rattachent les bornes géographiques d'un grand État, le langage actuellement parlé par ses habitants, leurs mœurs caractéristiques, leurs lois et leurs opinions religieuses. Mais combien plus étonnants encore, et plus inattendus, sont les rapports qui viennent nous frapper, quand c'est l'histoire de la Nature que nous interrogeons! La forme d'une côte, la configuration intérieure d'un pays, l'existence et l'étendue des lacs, des vallées et des montagnes, peuvent souvent, dans des régions depuis longtemps tranquilles, être attribuées à quelque action ancienne de tremblements de terre et de volcans. A ces convulsions éloignées peuvent aussi se rattacher, d'une manière distincte, la fertilité actuelle de certains pays, la stérilité de quelques autres, l'élévation du sol au-dessus du niveau de la mer, le climat, et diverses autres particularités. D'un autre côté, on peut encore rapporter un grand nombre de traits caractéristiques de la surface du globe, soit à l'action produite jadis par certaines causes lentes et tranquilles, telles que les dépôts sédimentaires qui se

sont formés dans les lacs ou dans l'océan, soit à l'accroissement des testacés et des coraux.

A ces divers exemples j'ajouterai encore les couches de charbon que l'on trouve dans certaines localités. Ces couches sont composées de substances végétales, lesquelles ont été autrefois entraînées dans des mers et des lacs. Outre que depuis la formation des dépôts en question, ces mers et ces lacs ont été comblés, les terres mêmes sur lesquelles jadis s'élevaient les forêts qui alimentaient les couches de charbon ont disparu ou ont changé de forme; les rivières et les courants qui servaient au transport des masses végétales n'ont laissé aucune trace, et les plantes, de même que les espèces auxquelles elles appartenaient, ont, depuis bien des siècles, disparu de la surface du globe. Cependant, la prospérité commerciale et la force numérique d'une nation peuvent aujourd'hui dépendre, en très-grande partie, de la distribution locale du combustible, déterminée, comme on le voit, par cet ancien état de choses!

La géologie est aussi intimement liée à la plupart des sciences physiques que l'histoire l'est à la morale. Un historien devrait, s'il était possible, être à la fois profondément versé dans la morale, la politique, la jurisprudence, l'art militaire, la théologie; dans toutes les sciences, en un mot, qui peuvent le conduire à la connaissance la plus parfaite des affaires hu-

maines, ou de la nature morale et intellectuelle de l'homme. De même, il serait à souhaiter aussi qu'un géologue pût avoir des notions étendues, tant sur la chimie et sur la physique, que sur la minéralogie, la zoologie, l'anatomie comparée, la botanique, et toutes les autres branches des sciences qui se rapportent à la nature organique et inorganique. A l'aide de ces connaissances, l'historien et le géologue manqueraient rarement de tirer des conséquences exactes et philosophiques des divers monuments qui rendent témoignage des événements passés. Ils sauraient à quelle combinaison de causes devaient se rapporter certains effets analogues à ceux qui se passent sous leurs yeux; ils pourraient souvent suppléer, par induction, à des renseignements positifs sur un grand nombre de faits non consignés dans les annales défectueuses de l'antiquité. Mais comme une si grande variété de connaissances ne peut guère se rencontrer dans un seul individu, il devient nécessaire, pour atteindre le but, que ceux qui cultivent les sciences dont nous venons de parler, réunissent leurs talents et leurs efforts. Ainsi, l'historien s'aidera des lumières de l'antiquaire et de celles des hommes qui s'adonnent aux diverses branches de la morale et de la politique; de son côté, le géologue aura recours à différents naturalistes; à ceux surtout qui se livrent à l'étude particulière des débris fossiles que

les espèces perdues d'animaux et de plantes ont laissés.

L'analogie des monuments consultés en géologie et en histoire ne s'étend, toutefois, qu'à une seule classe de monuments historiques,—à ceux dont on peut dire que le *hasard* les a chargés de perpétuer la mémoire des événements passés. Les canots, par exemple, et les haches de pierre qu'on trouve dans les tourbières d'Angleterre, donnent aux nouveaux habitants de cette île une idée des arts grossiers et des mœurs de leurs prédécesseurs ; les pièces de monnaie que l'on rencontre parfois dans la terre indiquent la date du règne de tel ou tel empereur romain ; les anciens campements font connaître les lieux occupés autrefois par des armées envahissantes, et la manière dont étaient construites les défenses militaires ; les momies égyptiennes nous fournissent des données sur l'art d'embaumer, sur le mode de sépulture en usage dans l'ancienne Égypte, sur la stature moyenne de l'espèce humaine dont les individus peuplaient cette antique contrée. Or, ce genre de monuments commémoratifs, qui ne le cède à nul autre en authenticité, ne forme qu'une faible partie des ressources de l'historien, tandis qu'en géologie, il constitue la seule preuve qui soit à notre disposition. Nous ne pouvons donc espérer d'atteindre à la connaissance parfaite d'aucune série d'événements, ni de parvenir à suivre leur enchaînement, lorsque ces événements remontent au

delà des temps historiques. Quant au témoignage des monuments géologiques, s'il est souvent incomplet, il possède, en revanche, l'avantage d'être à l'abri de tout soupçon d'inexactitude. Nous pouvons, il est vrai, tout aussi bien nous tromper dans les conséquences que nous déduisons des faits soumis à nos observations, que nous sommes exposés à nous méprendre sur le genre et sur l'importance des phénomènes qui s'opèrent dans le cours journalier de la Nature ; mais ici, du moins, l'erreur ne peut aller au delà de l'interprétation, de sorte que si cette interprétation est exacte, nos connaissances deviennent certaines.

Tant que dura l'enfance de la civilisation, les limites de l'histoire, de la poésie et de la mythologie restèrent indéterminées; il en fut de même de la géologie; sa nature distincte et son but positif n'ayant été reconnus que très-tard, elle demeura longtemps confondue avec plusieurs autres sciences. Au temps de Werner même, c'est-à-dire, à la fin du dix-huitième siècle, elle n'était considérée que comme une branche secondaire de la minéralogie ; il fallait, suivant Desmarest, la ranger dans le domaine de la géographie physique. La cause la plus probable et la plus générale de cette confusion tenait à ce que l'on voulait imposer à la géologie de découvrir le mode d'origine de la terre; ou, comme l'imaginaient quelques-uns,

d'étudier les effets des forces cosmogoniques mises en usage par l'auteur de la Nature pour tirer cette planète du chaos, et pour l'amener au point *d'habitabilité* et de perfection où elle est aujourd'hui. Hutton fut le premier qui tenta de tracer une ligne de démarcation fortement prononcée entre sa science favorite et la cosmogonie : il déclara que la géologie était entièrement étrangère «aux questions relatives à l'origine des choses.»

Nous essaierons, dans la suite de cet ouvrage, de prouver que la géologie diffère autant de la cosmogonie, que les spéculations touchant la création première de l'homme diffèrent de l'histoire. Mais, avant de nous engager davantage dans cette question de controverse, il me paraît convenable de suivre les progrès de l'opinion qui s'y rapporte, en partant des temps les plus anciens et descendant jusqu'au commencement du siècle actuel.

CHAPITRE II.

ESQUISSE HISTORIQUE DES PROGRÈS DE LA GÉOLOGIE.

Cosmogonie orientale. — Doctrine de la destruction et de la reformation successives du monde. — Origine de cette doctrine, en faveur chez les Égyptiens, et adoptée par les Grecs. — Systèmes de Pythagore et d'Aristote. — Dogmes touchant l'extinction et la reproduction des genres et des espèces. — Théorie de Strabon sur les soulèvements de terrains produits par les tremblements de terre. — Pline. — Remarques générales sur les connaissances des anciens.

Cosmogonie orientale. — Les doctrines les plus anciennes des philosophes de l'Inde et de l'Égypte s'accordent toutes à attribuer la création première du monde à un être infini et tout-puissant. Toutes aussi soutiennent d'un commun accord que cet être, existant de toute éternité, a détruit et reformé plusieurs fois le monde et ses habitants. « Les Institutes, ou Lois de Manou, » le livre sacré des Indous, auquel, dans sa forme actuelle, sir William Jones attribue, pour le moins, une ancienneté de huit cent quatre-vingts ans avant Jésus-Christ, renferme, en

vers remarquables, l'exposé suivant du système de destruction et de reproduction alternatives du monde :

« L'Être dont la puissance est incompréhensible, m'ayant créé, moi (Manou) et cet univers, s'absorba de nouveau dans l'intelligence suprême, abandonnant ainsi le temps de l'énergie pour le temps du repos.

Quand cette puissance s'éveille, le monde reçoit son entière expansion ; mais dès qu'un sommeil tranquille vient à s'emparer d'elle, tout le système s'anéantit... Car, tandis qu'en quelque sorte elle repose, les âmes revêtues d'un corps et douées du pouvoir d'agir, cessent de se livrer à leurs diverses actions, et l'esprit lui-même devient inerte. »

Manou décrit ensuite l'absorption de tous les êtres dans la Suprême Essence, et l'âme de Dieu assoupie elle-même, et demeurant pendant un certain temps plongée dans « la première idée, ou dans les ténèbres. » Puis il ajoute (vers 57) : « Ainsi, par une succession alternative et constante d'heures de veille et d'heures de repos, cette immuable puissance revivifie et détruit dans un ordre éternel, cet immense assemblage de créatures douées ou non de mouvement. »

Il déclare ensuite qu'il y a eu une longue succession de *manwantaras*, ou périodes, dont la durée a été, pour chacune, de plusieurs milliers de siècles, et continue ainsi :

« Il y a aussi des créations et des destructions de mondes innombrables; mais l'être exalté au suprême degré semble se jouer de tout cela, tant il l'accomplit avec facilité; de plus, il recommence sans cesse pour le seul plaisir de donner du bonheur aux êtres qu'il crée (*).

La compilation du Code de Manou ne fut ni l'œuvre d'un seul auteur, ni celle d'une même époque; aussi, est-ce à cela, sans doute, qu'il faut attribuer la plupart des inégalités qu'on y remarque, soit dans le style, soit dans la matière. Toutefois, plusieurs passages relatifs aux attributs et aux actes de « l'Être infini et incompréhensible » y sont rendus d'une manière vraiment sublime, et traités avec une grandeur de conception remarquable; tels sont, entre autres, quoique passablement mystérieux, les fragments cités plus haut. Cette cosmogonie renferme tout à la fois tant d'imaginations puériles et tant d'absurdités monstrueuses, qu'on est souvent tenté d'imputer au hasard les faibles lueurs de vérité, ou la coïncidence apparente qu'on retrouve entre les dogmes orientaux et les faits observés. Cette prétendue révélation n'est pas, cependant, un pur effet de l'imagination; il est aisé d'apercevoir les rapports qu'on y a ménagés avec

(*) Institutes de la loi hindoue, ou Code de Manou, traduit du sanscrit par Sir William Jones, 1796.

les opinions et les observations des naturalistes. On y remarque certaines théories astronomiques évidemment déduites du raisonnement et de l'observation. Ainsi, par exemple, il y est énoncé qu'au pôle nord l'année était partagée en un long jour et une longue nuit; que le long jour était marqué par la présence du soleil vers le nord, et la longue nuit par son séjour dans la partie sud. Quant aux habitants de la lune, il est dit que leurs jours sont égaux aux mois des mortels (*). Si de telles propositions ne peuvent être considérées comme de simples conjectures, nous n'avons, par la même raison, aucun droit d'attribuer au hasard l'opinion si fort accréditée que la terre et ses habitants ont jadis subi une suite de révolutions et de catastrophes interrompues par de longs intervalles de tranquillité. Or, cette théorie peut avoir eu deux origines différentes : 1°, les traces évidentes et palpables des révolutions anciennes qui ont eu lieu sur tous les points de la surface de notre planète, et 2°, les débris d'animaux marins renfermés dans les couches solides du globe, lesquels sont si nombreux qu'on peut s'attendre à les voir devenir un sujet d'observation pour tous les peuples un peu avancés en civilisation, pour ceux surtout chez qui une certaine classe d'hommes

(*) Manou, Insl. c. 1, 66 et 67.

s'adonne tout particulièrement à la méditation et à l'étude. Ces circonstances une fois établies, il semble naturel d'en tirer des conséquences, non-seulement en faveur des changements énormes qui ont dû s'accomplir dans les siècles passés, mais en faveur aussi des périodes de calme et de désordre qui se sont succédé alternativement; — de calme, alors que les animaux fossiles vivaient, croissaient et se multipliaient; — de désordre, alors que les couches dans lesquelles furent enfouis ces mêmes animaux, se trouvèrent transportées de la mer au sein des continents, et soulevées au point de faire partie de hautes chaînes de montagnes. Quelque portés que soient certains auteurs modernes à rabaisser l'avancement intellectuel et l'antique civilisation des peuples de l'Orient, ils peuvent, néanmoins, sans craindre de se livrer à des idées exagérées sur les progrès de la science parmi ces peuples, accorder aux théories curieuses soumises à notre examen, quelque fondement basé sur des faits observés. Quant aux catastrophes universelles et aux destructions d'êtres organisés, telles qu'elles sont interprétées par les brames, ce sont des théories vraiment insoutenables.

Les prêtres égyptiens n'ignoraient pas que les couches inférieures des plaines du Nil renfermaient des coquilles marines; ils savaient fort bien aussi que les collines environnant la grande vallée en contenaient

également (*); d'ailleurs, les excavations considérables que nécessitait la multitude de travaux nationaux exécutés anciennement par les monarques d'Orient, font regarder comme une chose impossible que les philosophes de ces contrées n'aient pas eu connaissance des fossiles nombreux que renfermaient certaines couches de terrain alors en exploitation. Beaucoup de ces travaux consistaient en citernes et en canaux immenses; or, nous savons qu'en des temps plus récents (au quatorzième siècle de notre ère), le déplacement de terre auquel des entreprises semblables donnèrent lieu, mit au jour des phénomènes géologiques qui attirèrent l'attention d'un peuple moins civilisé que ne l'étaient jadis un grand nombre de nations orientales (**).

(*) Hérodote. Euterpe, 12.

(**) Il est fait mention de cette circonstance dans un manuscrit persan de l'historien Ferishta, relatif à l'établissement et aux progrès de l'empire mahométan dans l'Inde. Ce manuscrit, qui aujourd'hui fait partie de la bibliothèque de la Compagnie des Indes orientales, appartenait originairement à la bibliothèque du sultan Tipoo, d'où il fut rapporté en 1799 par le colonel Briggs. La même circonstance a récemment éveillé l'attention du docteur Buckland, qui est entré à ce sujet dans d'assez longs détails. — (Geol. trans., 2 d. series, vol. II, part. III, p. 389.) — L'historien Feristha rapporte qu'en 762 (ou 1360 de notre ère), le roi, dans la vue d'opérer la jonction des rivières Sélima et Sutledge, employa 50,000 hommes à couper un monticule; et que, dans ce monticule, on trouva des ossements

Mais, quoique les Brames aient pu, tout aussi bien que les prêtres de l'Égypte, avoir connaissance des fossiles existant dans certains terrains, il est possible que ces preuves n'aient servi qu'à corroborer la doctrine des destructions et des reformations successives du monde; et que cette doctrine, de même que les traditions religieuses de la plupart des nations, ait eu pour origine première le peu d'avancement de l'état social. D'un autre côté, il se pourrait également qu'elle eût pris naissance dans les récits exagérés des catastrophes partielles, mais souvent effroyables, auxquelles donnent lieu, parfois, certaines combinaisons de causes naturelles. Les déluges et les éruptions volcaniques, ces deux puissants résultats de l'action de l'eau et du feu, sont, à la surface du globe, les principaux instruments de destruction. Plus loin, nous signalerons l'étendue d'un grand nombre de phénomènes terribles qui, dans le cours actuel de la Nature, se reproduisent de temps à autre; nous nous bornerons, quant à présent, à observer que, d'une part, ces événements sont tellement propres à inspirer une grande terreur, et que, de l'autre, ils entraînent des suites si souvent funestes à des

d'hommes et d'éléphants, dont quelques-uns étaient pétrifiés, tandis que d'autres avaient conservé leur apparence osseuse. Les proportions gigantesques observées dans ceux de ces ossements qu'on croyait être des ossements humains, prouvent qu'ils ont appartenu à quelques-uns des plus grands pachydermes.

multitudes de peuples, qu'il n'est, pour ainsi dire, besoin ni de l'amour du merveilleux qui caractérise les nations ignorantes et à demi civilisées, ni moins encore de l'imagination exaltée des écrivains orientaux, pour qu'on soit disposé à les transformer en conflagrations et en cataclysmes généraux.

Le grand déluge des Chinois, que leurs traditions font remonter au temps de Yaou, c'est-à-dire, à un peu plus de 2000 ans avant l'ère chrétienne, a été confondu par quelques auteurs avec le déluge universel de l'Ancien-Testament. Mais M. Davis, qui a accompagné en Chine deux ambassadeurs anglais, et qui a étudié avec le plus grand soin les traditions écrites des Chinois, rapporte qu'il y est fait mention de leur déluge, plutôt comme ayant interrompu les travaux de l'agriculture, que comme ayant entraîné la destruction générale de l'espèce humaine. Il ajoute qu'après l'inondation, des actions de grâces furent rendues au grand Yu pour avoir « ouvert neuf canaux à l'effet de retirer les eaux qui couvraient les collines peu élevées, et baignaient le pied des plus hautes montagnes. » M. Davis donne à entendre qu'un grand débordement des eaux de la rivière Jaune, l'une des plus considérables de la terre, pourrait, même à l'époque actuelle, occasionner un nouveau déluge, semblable à celui de Yaou, et ensevelir sous ses eaux les plaines les plus fertiles et les plus peuplées de la

Chine. La rupture des digues d'un canal artificiel, dans lequel une partie des eaux de la rivière Jaune ont été détournées, a, plusieurs fois, dans les temps modernes, donné lieu aux plus terribles accidents; la possibilité qu'un pareil malheur se renouvelle, est pour le gouvernement une source d'inquiétudes continuelles. Or, n'est-il pas aisé d'imaginer combien cette inondation peut avoir été plus considérable encore, si jamais quelque tremblement de terre violent ébranla la vallée en question (*)?

M. de Humboldt rapporte qu'en 1766, après le tremblement de terre qui engloutit une grande partie des habitants de Cumana, il y eut, à la suite des grandes pluies dont furent accompagnées les convulsions souterraines, une saison d'une fertilité extraordinaire. « Suivant les idées d'une antique superstition, les Indiens, dit-il, célébraient par des fêtes et des danses la destruction du monde et l'époque prochaine de sa régénération (**). »

L'existence de tels rites parmi les nations grossières de l'Amérique du Sud est des plus importantes, en ce qu'elle montre l'effet que peuvent produire sur l'esprit d'un peuple ignorant et barbare les retours plus

(*) Voyez l'article de Davis sur « les Chinois, » publié par la Société pour la Propagation des Connaissances Utiles, vol. 1, pp. 137, 147.

(**) Humboldt et Bonpland. Voy. Relat. hist., vol. 1, p. 30.

ou moins éloignés de ces grandes catastrophes. Les superstitions d'une tribu non civilisée se propagent successivement parmi les divers étages de la société, jusqu'à ce que, frappant l'esprit du philosophe, elles en viennent à exercer sur lui une influence puissante. Les traces des révolutions anciennes de la surface du globe lui révèlent alors l'origine évidente des traditions qui ont été transmises, de génération en génération, sur la foi du chasseur sauvage, dont l'imagination effrayée traça une image infidèle de ces manifestations terribles de déluges et de tremblements de terre, à l'aide desquels toute la partie de la terre à lui connue fut simultanément ravagée.

Cosmogonie Egyptienne. — Quant à ce qui regarde la cosmogonie des prêtres égyptiens, on en retrouve beaucoup de traces dans les auteurs appartenant aux sectes grecques, qui empruntèrent de l'Égypte la plupart de leurs traditions, celle, entre autres, des anciennes destructions et reformations successives du monde (*). Plutarque nous apprend que cette doctrine, rapportée des bords du Nil par Orphée, ce poëte si célèbre dans les temps fabuleux de la Grèce, fut le sujet d'un de ses hymnes. Dans les vers d'Orphée, la durée de chaque monde successif se retrouve exprimée,

(*) Mythol. Egypt. de Prichard, p. 177.

comme dans les systèmes indiens (*). Les retours de ces grandes catastrophes étaient déterminés par la période de l'Annus Magnus, ou grande année,—cycle qui se composait des révolutions du soleil, de la lune et des planètes, et dont l'accomplissement était marqué par le retour simultané de tous ces astres, au signe d'où l'on supposait qu'à une époque très-éloignée ils avaient dû partir. La durée de ce grand cycle était diversement évaluée. Suivant Orphée, elle était de 120,000 ans; d'autres la croyaient de 300,000; et selon Cassandre, enfin, elle dépassait de 60,000 ans ce dernier nombre (**).

Platon, dans son Timée, dit d'une manière expresse que les Égyptiens croyaient que de temps à autre le monde était sujet à des déluges et à des conflagrations; que c'étaient là les moyens dont les Dieux se servaient pour mettre un terme à la malice humaine, et pour purger la terre des crimes qui s'y commettaient; qu'après chaque régénération, le genre humain se retrouvait dans un état parfait d'innocence et de bonheur; mais, qu'ensuite, il recommençait insensiblement à dégénérer, et retombait dans le vice et l'immoralité. C'est cette doctrine égyptienne qui a donné lieu à la fable

(*) Plut. de Defectu Oraculorum, cap. 12. Censorinus de Die Natali. Voyez aussi la Mythol. Égypt. de Prichard, p. 182.

(**) Mythol. Égypt. de Prichard, p. 182.

de l'âge d'or et de l'âge de fer. Les stoïciens adoptèrent sans aucune réserve le système de catastrophes destinées à opérer, à de certains intervalles, la destruction du monde. Ils admettaient deux sortes de ces catastrophes : le cataclysme ou déluge, genre de destruction qui anéantissait l'espèce humaine entière, ainsi que toutes les productions animales et végétales de la nature; et l'ecpyrosis ou conflagration, autre mode de destruction qui occasionnait la dissolution du globe lui-même. C'est aussi des Égyptiens qu'a été empruntée l'idée de la corruption progressive de l'homme. Suivant cette croyance, vers la fin de chaque époque de repos, les Dieux, poussés à bout par la méchanceté des hommes, leur envoyaient un déluge pour les exterminer; après quoi, Astrée redescendait des cieux, et rendait à la terre un nouvel âge d'or (*).

Le rapport qui existe entre la doctrine des révolutions successives du globe, et les époques marquées par la perversité de l'espèce humaine, est bien plus naturel et plus intime qu'on n'est porté à le croire d'abord. Les peuples non civilisés sont toujours prêts à considérer les grandes calamités comme des châtiments infligés par Dieu à la malice humaine. C'est ainsi que de nos jours, les prêtres persuadèrent à un grand nombre d'habitants du Chili, et cru-

(*) Mythol. Égypt. de Prichard, p. 193.

rent peut-être eux-mêmes, que le tremblement de terre effroyable de 1822 était l'effet de la colère divine excitée par la grande révolution politique qui s'opérait à cette époque dans l'Amérique du Sud. Le récit fait à Solon, par les prêtres égyptiens, de la disparition de l'Atlantide sous les eaux de l'Océan, représente de même cet événement, qu'avaient précédé plusieurs secousses de tremblement de terre, comme une marque de la colère de Jupiter envers les habitants de cette île, dont la dépravation était parvenue à son comble (*). Lorsque, par suite des causes qui viennent d'être exposées, ou de toute autre considération, l'opinion que la terre avait subi plusieurs destructions eut une fois prévalu, il devint naturel d'en conclure que l'espèce humaine avait été détruite et recréée autant de fois qu'il y avait eu de catastrophes; et comme ces exterminations successives étaient attribuées à la vengeance céleste, il fallait, en même temps, pour rendre hommage à la justice divine, supposer qu'à chaque régénération, l'homme renaissait dans son premier état d'innocence et de pureté.

Une très-grande partie de l'Asie, habitée par les plus anciens peuples dont les traditions soient parvenues jusqu'à nous, a toujours été sujette à d'effroyables tremblements de terre. Plus tard, nous au-

(*) Timée de Platon.

rons à décrire les effets et les bornes géographiques de ces terribles convulsions souterraines. Quant à l'Égypte, qui presque en tout temps a été exempte d'un tel fléau, il est à croire que c'est de l'Orient que lui est venue la tradition de ces sortes de catastrophes.

La mythologie égyptienne faisait intervenir dans ses fictions un principe à la fois *mâle et femelle* auquel elle attribuait le développement de l'embryon du monde, conformément, à très-peu près, au mode d'incubation. Lorsque, d'après cette doctrine, la première masse *chaotique* eut été produite, sous la forme d'un œuf, par un être indépendant et éternel, il fallut le concours mystérieux du principe à la fois *mâle et femelle*, pour transformer les éléments composant la matière, en êtres organisés.

Cette conception bizarre dont on peut à peine se retracer le souvenir sans rire, ne semble pourtant pas différer essentiellement, en principe, de certaines idées cosmologiques émises dans l'Europe moderne par des hommes d'un talent remarquable et d'un génie supérieur. Les philosophes égyptiens se donnèrent la tâche périlleuse d'établir quelques rapports entre le mode de reproduction tel qu'il existe dans le monde, c'est-à-dire, celui qui par la génération détermine la naissance d'individus nouveaux, et le mode d'opération à l'aide duquel l'auteur de la Nature créa les premiers êtres organisés. Il n'était ni absurde, ni

contraire à rien de ce qui nous est connu dans l'économie de l'univers, de supposer que certaines lois générales avaient pu présider à l'origine première des êtres créés, ou à la première apparition d'espèces nouvelles dans notre système. Mais l'hypothèse par laquelle on admettait qu'il y avait quelque analogie entre ces lois et celles qui régissent la reproduction continuelle des espèces, était une hypothèse entièrement gratuite. D'un autre côté, il ne serait ni déraisonnable, ni offensant pour la Puissance Suprême, d'imaginer que des lois générales puissent présider à la création de mondes nouveaux; et s'il était donné à l'homme d'être témoin de la naissance de ces mondes, il pourrait, par induction, raisonner sur l'origine du sien propre. Mais de pareilles données n'étant pas à sa portée, il a tenté d'y suppléer en cherchant à découvrir quelque analogie entre les agents présentement employés à détruire, à reproduire, et à changer perpétuellement la surface du globe, et ceux à l'aide desquels la première masse confuse de la terre fut tirée du chaos, et amenée, sans doute, par suite d'une énergie toujours croissante, de l'état d'embryon à l'état d'*habitabilité*.

Je ne m'occuperai pas de la diversité de nuances qui peuvent exister entre les divers systèmes si péniblement établis sur ces bases, et les mystères de « l'œuf du monde » de la fable égyptienne. C'est une ques-

tion qu'il serait peut-être dangereux de soulever; car plusieurs de nos contemporains pourraient fort bien ne pas avoir autant de patience qu'en montrèrent les Athéniens, lorsque la fiction de l'œuf du chaos, introduite par Orphée dans leur mythologie, fut tournée en dérision par Aristophanes, qui, dans un hymne solennel, fit intervenir des oiseaux chantant, « Comment la Nuit au noir plumage conçut dans le vaste sein de l'Érèbe, et déposa un œuf, d'où, par la suite des temps, naquit l'Amour tout resplendissant de l'éclat de ses ailes dorées; puis, comment l'Amour féconda le Chaos aux ailes rembrunies, et donna naissance à la race des oiseaux (*). »

Doctrines pythagoriciennes. — Après avoir séjourné pendant plus de vingt ans en Égypte, et, suivant Cicéron, après avoir visité l'Orient et fréquenté les philosophes persans, Pythagore, de retour dans son pays, y introduisit la doctrine de la déchéance progressive de l'espèce humaine, par rapport à son premier état d'innocence et de bonheur. Quant à la théorie de Pythagore, touchant la destruction et la reformation de la terre, on ne peut réellement, d'après l'esquisse qu'Ovide nous en a laissée, se dispenser de convenir qu'elle est incomparablement plus philoso-

(*) Aristophanes, les Oiseaux, 691.

phique qu'aucune autre version connue des cosmogonies enfantées par les sectes orientales ou égyptiennes.

Bien qu'Ovide ait représenté Pythagore comme professant sa doctrine en personne, il n'en est pas moins vrai que certains éclaircissements relatifs à cette doctrine résultèrent d'événements naturels qui n'eurent lieu qu'après la mort du philosophe. Toutefois, malgré ces anachronismes, le récit du poëte doit être regardé comme la peinture fidèle des dogmes de l'école pythagoricienne pendant le siècle d'Auguste; car, bien que la doctrine puisse y être en partie modifiée, toujours est-il que la substance du dogme primitif doit au moins s'y trouver reproduite. Ainsi considéré, ce récit est aussi instructif que curieux, en ce qu'il renferme un sommaire habilement tracé de la plupart des grandes causes de changement actuellement en action sur le globe, — causes qui viennent à l'appui du principe de révolution progressive et constante, inhérent à la nature de notre système terrestre. Ces doctrines, il est vrai, ne sont pas directement appliquées à l'explication des faits géologiques; en d'autres termes, on n'y retrouve aucune donnée sur les changements accomplis dans les siècles passés, ni sur ceux que réservent aux âges à venir ces fluctuations incessantes. Si de telles idées sur les changements géologiques eussent été mentionnées, on n'aurait pu, en vérité, trop admirer une anticipation

aussi extraordinaire, et notre surprise eût dû égaler celle des astronomes, au sujet de la route que suivit le philosophe de Samos pour atteindre à la connaissance du système de Copernic.

Examinons maintenant les passages les plus frappants de la relation d'Ovide (*) : —

« Rien ne meurt dans ce monde; les choses ne font que varier, et changer de forme. Naître, signifie simplement qu'une chose commence à être différente de ce qu'elle fut auparavant; mourir, veut dire qu'elle cesse d'être la même chose. Cependant, quoique rien individuellement ne conserve longtemps la même forme, le tout reste constant dans son ensemble. » Ces propositions générales sont ensuite appuyées par de nombreux exemples, tous tirés de phénomènes naturels, à l'exception du premier qui a rapport au remplacement de l'âge d'or par l'âge de fer. Ces exemples sont cités dans l'ordre suivant :

1. La terre ferme a été convertie en mer.

2. La mer a été changée en terre. Des coquilles marines gisent loin de l'Océan, et l'ancre a été trouvée au sommet des collines.

3. Des vallées ont été creusées par des eaux courantes, et des inondations ont entraîné des montagnes jusqu'au fond de la mer (**).

(*) Métamorp. d'Ovide, lib. 15.

(**) Eluvie mons est deductus in æquor, v. 267. Le sens de ce

4. Des marais ont remplacé des terrains secs.

5. Des terrains secs, à leur tour, ont été transformés en eaux stagnantes.

6. Durant des tremblements de terre, certaines sources ont tari; d'autres ont jailli du sein de la terre; des rivières, telles entre autres, que l'Érasinus, en Grèce, et le Mysus, en Asie, ont abandonné leur lit pour aller reparaître ailleurs.

7. Les eaux de quelques rivières, de douces qu'elles étaient d'abord, sont devenues amères. Telles sont celles de l'Anigre, en Grèce, etc. (*).

8. La formation de certains deltas et de certains dépôts nouveaux a donné lieu à la réunion de plusieurs îles au continent : c'est ainsi qu'aujourd'hui Pharos se trouve jointe à l'Égypte, Antissa à Lesbos, etc.

9. Plusieurs presqu'îles ont été détachées du continent et sont devenues des îles; nous citerons, entre autres, Leucadie, et aussi la Sicile, qui, suivant la tradition, était jadis réunie au continent par un isthme que la mer a entraîné.

dernier vers est un peu obscur; mais, considéré par rapport à l'ensemble du sujet, on peut supposer qu'il fait allusion au pouvoir destructeur des torrents, des rivières et des inondations.

(*) Peut-être est-il fait allusion ici aux effets résultant du mélange de ces eaux avec celles des sources minérales nouvelles que les tremblements de terre font naître souvent dans les régions volcaniques.

10. Certains pays ont été submergés par l'effet de tremblements de terre. C'est ainsi que Buris et Helice, deux villes de la Grèce, ont été ensevelies sous la mer, où on les voit encore, avec leurs murs inclinés.

11. Trézène, dans le Péloponnèse, offre l'exemple d'un autre phénomène : celui de la transformation de plaines en collines, par l'effort de l'air comprimé cherchant à s'ouvrir un passage.

12. Il est des sources dont la température varie à différentes époques. Il en est d'autres dont les eaux sont inflammables (*).

13. Certains courants ont le pouvoir de pétrifier et de convertir en marbre les corps qu'ils touchent.

14. Il existe des sources et des lacs dont les eaux produisent des effets délétères, ou possèdent des propriétés médicinales très-marquées (**).

15. Certaines îles et certains rochers, tels que les îles Cyanées et Délos, ont fini, après avoir été flottants

(*) Ceci se rapporte sans doute au dégagement de gaz inflammable qui a lieu dans le territoire de Bakou, à l'ouest de la mer Caspienne; à Pietramala, dans les Apennins Toscans, et en plusieurs autres lieux.

(**) La plupart de ces propriétés semblent être tout à fait imaginaires, comme celles qu'actuellement encore tant de gens attribuent aux eaux minérales.

et sujets à de très-violents mouvements, par rester stationnaires et immobiles (*).

Les ouvertures volcaniques ne conservent pas toujours leurs mêmes positions; soit que par suite des convulsions du globe, certaines cavernes viennent à se fermer et d'autres à s'ouvrir, soit que les matières combustibles qui alimentent leurs feux finissent par s'épuiser, etc., etc. Ainsi, par exemple, il fut un temps où l'Etna n'était pas un mont ignivome, comme viendra, sans doute, un jour où il cessera de brûler.

Après cette énumération des diverses causes de changement qui agissent dans le monde inorganique, suit immédiatement la doctrine de la génération équivoque mise en avant pour prouver les changements analogues qui, perpétuellement, ont lieu parmi les êtres organisés (**).

(*) Dans un savant et judicieux essai (De Novis Insulis, cap. 19) Raspe a donné à entendre, d'une manière extrêmement probable, que l'origine de toutes les traditions relatives à certaines îles anciennes de la Méditerranée qu'on prétendait avoir successivement occupé diverses positions avant de devenir stationnaires, est due aux changements énormes qui, par suite d'éruptions sous-marines et de tremblements de terre, s'étaient opérés dans leurs formes; — circonstance dont les îles émergées dans les temps historiques offrent plusieurs exemples récents. Dès que les convulsions qui avaient occasionné ces changements cessaient, les îles étaient réputées fixes.

(**) La supposition que Pythagore rapporta de l'Orient, non-

On ne peut, en général, d'après les cosmogonies égyptienne et orientale, ainsi que d'après la version grecque de ces mêmes cosmogonies, attacher aucun sens défini à ces mots: « destruction du monde; » car, tantôt ils paraissent s'étendre à notre système planétaire tout entier, tandis que d'autres fois ils semblent s'appliquer seulement à quelque révolution de la surface terrestre.

Opinions d'Aristote.—D'après les ouvrages qui nous sont restés d'Aristote, et d'après le système de Pythagore qui vient d'être exposé, il est aisé d'apercevoir

seulement le système d'une succession éternelle de catastrophes violentes et universelles et de périodes de repos, mais aussi la doctrine des révolutions périodiques résultant de l'action continue des causes ordinaires, n'a rien d'incompatible avec la mythologie hindoue; en effet, Brahma, Vishnu et Schiva, la première, la seconde et la troisième personne de la Trinité hindoue, représentaient chacune séparément les pouvoirs créateur, conservateur et destructeur de la divinité. La coexistence de ces trois attributs agissant tous simultanément, pouvait très-bien s'accorder avec l'idée de changements perpétuels, mais partiels, et susceptibles de produire à la longue une révolution complète. Quant à la fiction exprimée dans les vers de Manou que nous avons cités plus haut, fiction relative aux retours alternatifs et constants des heures de veille et de sommeil du Grand Être, elle paraît se rapporter au système des grandes catastrophes générales suivies de créations nouvelles et de périodes de repos.

que ces deux philosophes ont considéré les causes de changement actuellement existantes dans la Nature, comme propres à déterminer, par la suite des siècles, une révolution complète. Aristote va même jusqu'à regarder les catastrophes accidentelles qui de temps à autre se manifestent, comme contribuant chacune pour sa part au cours régulier et ordinaire de la Nature. Le déluge de Deucalion, dit-il, qui n'affecta que la Grèce, cette partie, entre autres, qu'on appelait Hellade, fut occasionné par les inondations considérables qui eurent lieu durant un hiver pluvieux. Mais ces hivers extraordinaires, ajoute-t-il, quoique revenant à certains intervalles, ne se reproduisent pas toujours dans les mêmes lieux (*).

Censorinus rapporte que, suivant l'opinion d'Aristote, le globe était sujet à des inondations générales, alternant avec des conflagrations; que le déluge constituait l'hiver de la grande année, ou cycle astronomique; tandis que la conflagration, ou destruction par le feu, formait l'été, ou l'époque des plus grandes chaleurs de cette même période (**). Si, comme le suppose Lipsius, cette citation de Censorinus est la reproduction exagérée d'un passage du Traité des Météores, elle doit être considérée comme une reproduction

(*) De Meteor. Lib I, cap. 12.

(**) De Die Nat.

aussi grossière qu'infidèle de la doctrine du philosophe de Stagyre; car, dans ce traité, le but général de son raisonnement tend évidemment vers une direction opposée. Il rapporte plusieurs exemples de changements pareils à ceux qui, de nos jours, continuent à s'accomplir d'une manière constante, et insiste avec une certaine emphase sur les grands résultats que, dans le cours des siècles, ces changements peuvent produire. Il cite des lacs qui se sont desséchés, et des déserts qui, à la longue, sont devenus fertiles, par l'influence des rivières qui y ont établi leur cours. Il signale l'accroissement du delta du Nil depuis Homère, jusqu'à l'envasement du Palus-Méotide qui eut lieu soixante ans avant le temps où Aristote vivait. Bien que dans le même chapitre l'auteur ne dise rien des tremblements de terre, d'autres parties de son traité indiquent qu'il n'était pas étranger aux effets résultant de ces phénomènes (*). C'est ainsi, par exemple, que faisant allusion à l'apparition d'une des îles Eoliennes qui précéda une éruption volcanique, il s'exprime de la manière suivante : « Les révolutions du globe sont si lentes, comparativement à la durée de notre vie, que leurs progrès sont tout à fait insensibles (λανθανει); d'un autre côté, les migrations des peuples, après de violentes catastrophes, et leur éloignement des lieux où

(*) De Meteor. Lib. II, cap. 14, 15 et 16.

la scène s'est passée, occasionnent souvent l'oubli de grands événements (*). »

Les connaissances que possédait Aristote sur les pouvoirs destructeur et reproducteur de la Nature se laissent apercevoir dans ses divers ouvrages; mais c'est surtout dans l'introduction et à la fin du douzième chapitre de son Traité des Météores, qu'elles se montrent dans toute leur étendue, ainsi que l'on peut en juger par la manière dont est conçue la première phrase de ce traité : « Il est certains pays où la distribution des terres et des mers n'est pas en tous temps la même ; c'est-à-dire que telle partie qui à une époque était terre, devient mer ensuite ; et que telle autre qui faisait partie de la mer devient terre à son tour. De plus, il y a tout lieu de croire que c'est d'après une certaine loi, et dans le cours d'une période déterminée, que s'opèrent ces changements. » En concluant, il ajoute : « Comme le temps ne périt jamais, et que l'univers est éternel, on ne peut supposer que le Tanaïs et le Nil aient toujours coulé. Les lieux où ils prennent naissance durent être secs jadis; leur existence bien certainement a des bornes, car le temps seul n'en a pas. Toutes les autres rivières subissent le même sort; toutes naissent et toutes meurent; la mer n'a pas plus de constance : sans cesse nous la voyons abandonner

(*) De Meteor. Lib. II, cap. 14, 15 et 16.

certains lieux et en envahir d'autres. La terre ne présente donc pas toujours le même aspect; là où nous foulons aujourd'hui un sol continental, la mer a séjourné et séjournera encore; la région où elle est à présent fut jadis, et redeviendra plus tard, encore un continent. Le temps modifie tout. »

Ces remarques d'Aristote donnent tout lieu de croire que non-seulement les Grecs avaient emprunté à leurs devanciers la théorie relative aux révolutions périodiques du monde inorganique, mais qu'en outre, leurs propres observations les avaient en partie conduits à ces mêmes idées. Quant à ce qui regarde les anciens changements de la nature organisée, rien ne peut faire supposer qu'ils s'en soient occupés. La circonstance même des débris marins renfermés dans des roches solides, quoique observée par quelques-uns, et bien qu'ayant servi de base à certaines spéculations géologiques, n'éveilla jamais l'attention des naturalistes, ni ne les guida dans leurs recherches. Il serait très-possible que la théorie de la génération équivoque eût contribué pour beaucoup à l'indifférence qui régnait à cet égard; peut-être aussi qu'en donnant lieu de supposer que le monde organique était sujet à la plus grande instabilité et à un état incessant de fluctuation, la croyance de la production spontanée d'êtres vivants provenant de la terre ou de la matière corrompue, empêcha les phénomènes qui indiquent d'anciens

changements d'exciter une vive curiosité. Les Égyptiens, il est vrai, et les Stoïciens après eux, avaient enseigné que la terre, jadis, avait donné naissance à quelques animaux monstrueux, dont l'espèce s'était ensuite perdue. Toutefois, il paraît que l'opinion dominante admettait qu'après chaque grande catastrophe les mêmes espèces d'animaux étaient de nouveau reproduites. Cette croyance est exprimée dans un passage de Sénèque, où, en parlant d'un déluge futur, il dit : « Tous les animaux seront recréés, et l'homme, affranchi du crime, sera rendu à la terre (*). »

Une vieille tradition arabe, relative à la théorie des révolutions successives du globe, semble faire exception à la règle générale. Cette tradition, qui a été reproduite en latin par Abraham Ecchellensis (**), renferme l'idée de la création de divers genres et espèces. Suivant les Gerbanites, secte d'astronomes qui florissait quelques siècles avant l'ère chrétienne, « tous les trente-six mille quatre cent vingt-cinq ans, un couple d'animaux, mâle et femelle de *chaque* espèce, était créé,

(*) Omne ex integro animal generabitur, dabiturque terris homo inscius scelerum. (Quæst Nat. III, c. 29.)

(**) Cet auteur était professeur de syriaque et d'arabe à Paris, où il publia une traduction latine de plusieurs manuscrits arabes, traitant de diverses branches de la philosophie. Cet ouvrage a toujours été considéré comme étant d'une très-grande autorité.

et donnait, en se reproduisant, de nouveaux habitants à la terre. Mais lorsqu'une révolution des orbes célestes, comprenant cet espace de 36,425 ans, se trouvait accomplie, *d'autres genres et d'autres espèces* succédaient aux premiers. Il en était de même des plantes et de toutes les autres productions : le premier ordre étant détruit, celui qui le remplaçait éprouvait, à son tour, le même sort, et ainsi de suite indéfiniment (*). »

Théorie de Strabon. — De même que les Grecs nous

(*) Gerbanitæ docebant singulos triginta sex mille annos quadringentos, viginti quinque bina ex singulis animalium speciebus produci, marem scilicet ac feminam, ex quibus animalia propagantur, hunequc inferiorem incolunt orbem. Absolutâ autem cœlestium orbium circulatione, quæ illo annorum conficitur spatio, iterum alia producuntur animalium genera et species, quemadmodum et plantarum aliarumque rerum, et primus destruitur ordo, sicque in infinitum producitur. (Histor. Orient. Suppl., per Abrahamum Ecchellensum, Syrum Maronitam, cap. 7 et 8, ad calcem Chronici Oriental. Parisiis, è Typ. regiâ, 1685, fol.)

J'ai reproduit ici la ponctuation telle qu'elle existe dans l'édition de Paris, où il n'y a pas de virgule après quinque; mais à l'instigation de Schlegel, j'ai fait rapporter le nombre vingt-cinq à la période d'années, et non au nombre de couples des espèces créées au même moment, ainsi que je l'avais fait dans les deux premières éditions. Suivant l'interprétation de Fortis, vingt-cinq espèces seulement auraient été créées ensemble; mais le sens du passage ne saurait admettre cette construction. (Mém. sur l'Hist. Nat. de l'Italie, vol. I, p. 202.)

ont transmis par leurs ouvrages les doctrines d'un grand nombre de philosophes orientaux et égyptiens, de même aussi, les écrivains du temps d'Auguste et des siècles suivants nous ont mis à portée de connaître les opinions des anciens auteurs grecs. Strabon surtout, au second livre de sa géographie, se livre à d'assez longs développements sur les opinions d'Eratosthènes et de plusieurs autres Grecs, relativement à un des problèmes les plus difficiles de la géologie, savoir, les causes auxquelles doit être attribuée la présence d'un grand nombre de coquilles marines dans certaines couches très-élevées, et très-éloignées de la mer.

Il cite, entre autres, l'explication donnée à ce sujet par Xanthus le Lydien. Ce philosophe prétendait que jadis les mers avaient eu une étendue plus grande que celle qu'elles offraient de son temps; suivant lui, elles s'étaient desséchées en partie, c'est-à-dire, d'une manière moins complète que certains puits, certains lacs, et certaines rivières d'Asie, qui, de ses jours aussi, et durant une saison de sécheresse, s'étaient trouvés entièrement privés d'eau. Après avoir traité cette conjecture sans plus d'égards qu'elle n'en mérite, Strabon passe à l'hypothèse de Straton le physicien. Ce philosophe avait observé que la quantité de limon transportée dans le Pont-Euxin par les rivières qui s'y jettent était si grande, que son lit devait né-

cessairement aller en s'élevant, tant que ces rivières continueraient à y verser la même quantité d'eau; par suite, il pensait que lorsque originairement le Pont-Euxin était une mer intérieure, son niveau avait dû, à raison des causes ci-dessus mentionnées, atteindre une hauteur qui permît à cette mer de franchir ses digues, et de s'ouvrir, près deByzance, une communication avec la Propontide. Il supposait, en outre, qu'un dessèchement partiel avait dû convertir déjà la partie gauche du Pont-Euxin en un sol marécageux; enfin que, par la suite des temps, cette mer tout entière se trouverait ainsi transformée en un terrain solide. On a, de même, prétendu que la Méditerranée s'était jadis ouvert, aux colonnes d'Hercule, un passage dans l'Océan; que les coquilles marines trouvées en si grande abondance près du temple de Jupiter Ammon, en Afrique, pouvaient fort bien avoir été déposées par quelque mer intérieure ancienne, qui, à la longue, se fraya une issue nouvelle, et abandonna le lit où, pendant longtemps, ses eaux avaient reposé.

Strabon rejette cette théorie comme étant insuffisante pour rendre compte de tous les phénomènes observés, et il en propose une autre qu'il a imaginée lui-même. Cette dernière est d'une très-grande profondeur, et commence à présent seulement à être appréciée par les géologues modernes. « Ce n'est

pas, » dit Strabon, « parce que les terres couvertes par les mers furent originairement de hauteurs différentes, que les eaux se sont ou élevées, ou abaissées, ou retirées de certains lieux pour en inonder d'autres : la vraie raison de ces divers phénomènes est que la même terre tantôt s'élève et tantôt se déprime; et que la mer, obligée de suivre ces divers mouvements, tantôt franchit ses bornes, et tantôt rentre dans ses limites. C'est donc au sol que doit être attribuée la cause dont il s'agit : soit à ce sol qui forme le fond de la mer, soit à celui qu'elle inonde parfois; le premier, néanmoins, étant, à cause de son humidité, plus mobile que l'autre, on conçoit aisément qu'il doive être sujet à des altérations plus promptes, et jouer un plus grand rôle dans l'accomplissement des phénomènes (*). *Il convient*, ajoute encore Strabon, *de tirer nos explications de*

(*) « Quòd enim hoc attollitur aut subsidit, et vel inundat quædam loca, vel ab iis recedit, ejus rei causa non est, quòd alia aliis sola humiliora sint aut altiora; sed quòd idem solum modò attollitur modò deprimitur, simulque etiam modò attollitur modò deprimitur mare; itaque vel exundat vel in suum redit locum. »

Postea, p. 88. « Restat, ut causam adscribamus solo, sive quòd mari subest sive quòd inundatur; potiùs tamen ei quòd mari subest. Hoc enim multò est mobiliùs, et quòd ob humiditatem celeriùs mutari possit. » (Strabon, Geog. edit. Almelov. Amst. 1707, lib. I.)

choses qui tombent sous les sens, et qui, telles que les déluges, les tremblements de terre, les éruptions volcaniques (*) *et les soulèvements spontanés de terrains sous-marins, se reproduisent en quelque sorte tous les jours.* Cette dernière circonstance entraîne nécessairement avec elle le soulèvement de la mer ; de même que le phénomène opposé, c'est-à-dire, l'affaissement nouveau des mêmes terres occasionne de nouveau sa dépression. Il ne faut pas croire que les petites îles soient seules susceptibles de participer au soulèvement et à l'abaissement de la mer : les grandes îles et les continents sont également sujets à ce double mouvement, qui se manifeste indifféremment à l'égard de grandes et de petites étendues de terrain. Ainsi, par exemple, on a vu quelquefois des habitations et des villes entières, telles que Bure, Byzona et plusieurs autres, être englouties par des tremblements de terre.»

Ailleurs, en faisant allusion à cette tradition que la Sicile a été séparée de l'Italie par une cause violente, le savant géographe observe que depuis que dans ces régions, le feu, les matières ignées et l'eau ont trouvé des orifices qui leur servent d'issue, le sol voisin de la mer n'est que très-rarement ébranlé par

(*) *Eruptions volcaniques*, eruptiones flatuum, dans la traduction latine, et dans l'original grec, αναφυσηματα, éruptions gazeuses ? ou *boursouflements* de terre ? (Ibid., p. 93.)

des secousses souterraines; tandis qu'autrefois, lorsque les volcans de l'Etna, des îles de Lipari, d'Ischia, et plusieurs autres, n'avaient point encore d'ouvertures, le feu et l'air comprimés devaient, suivant toute probabilité, produire des effets bien plus violents (*). Ce passage de Strabon nous prouve que ce n'est pas une doctrine nouvelle que celle qui porte à considérer les volcans comme des soupapes de sûreté, et à croire que les convulsions souterraines qui précèdent ou accompagnent les premières éruptions d'un volcan, sont incomparablement plus terribles que celles qui peuvent avoir lieu lorsqu'une fois les orifices de ce même volcan sont bien établis.

Un autre passage du même auteur (**) nous apprend qu'il était de dogme parmi les Druides, que l'univers est immortel, et destiné à survivre à des catastrophes occasionnées par l'eau et par le feu. On ne saurait douter que cette doctrine, ainsi que la plupart des connaissances que possédaient les prêtres de la Gaule, ne leur aient été transmises par les peuples de l'Orient. César dit qu'ils faisaient usage de lettres grecques dans leurs calculs arithmétiques (***).

Pline.—Ce philosophe n'avait point d'opinions théo-

(*) Strabon, lib. VI, p. 396.

(**) Strabon, liv. IV.

(***) Strabon, liv. VI, ch. XIII.

riques, à lui personnelles, touchant les changements qui s'accomplissent à la surface de la terre. Sur ce sujet, comme sur tous ceux dont il a fait mention dans ses ouvrages, il s'est borné à jouer le simple rôle de compilateur, ne se donnant pas plus la peine de discuter les faits qu'il a rapportés, que de les citer avec ordre. Toutefois, l'énumération qu'il nous a laissée des îles nouvelles qui s'étaient formées dans la Méditerranée, ainsi que de plusieurs autres révolutions naturelles, montre que les anciens avaient su observer les changements qui, de mémoire d'homme, s'étaient produits à la surface du globe.

Telles semblent être les opinions qui, avant l'ère chrétienne, prévalaient à l'égard des révolutions anciennes de notre planète. Quoique aucune recherche particulière n'eût été faite dans le but exprès d'interpréter les vestiges des changements passés, ces vestiges étaient trop évidents, trop palpables, pour qu'il pût être possible de ne point les remarquer; de plus, l'observation des phénomènes présentait trop de preuves des changements continuels qui s'opèrent sur la terre, pour qu'il fût permis aux philosophes de croire que la Nature était dans un état de repos, ou que la surface du globe n'avait jamais subi et ne subirait jamais de changements. Mais ces mêmes observateurs n'avaient pas comparé attentivement les résultats des actions destructrices et reproductrices

des temps modernes, avec les résultats des causes qui agirent dans les temps anciens; ils ne s'étaient même jamais avancés jusqu'à faire la moindre conjecture sur l'ancienneté relative soit de la race humaine, soit des espèces d'animaux et de plantes qui vivaient de leur temps, et des espèces qui avaient appartenu à l'ancien monde organique. A grands frais d'application et de travail, ils étudièrent les mouvements et les positions des corps célestes, et acquirent quelques connaissances sur les trois règnes de la Nature; mais l'histoire ancienne du globe, quoique écrite en caractères aussi frappants qu'imposants, était restée pour eux comme un livre scellé dont ils ignoraient jusqu'à l'existence.

CHAPITRE III.

SUITE DE L'HISTOIRE DES PROGRÈS DE LA GÉOLOGIE.

Écrivains arabes du dixième siècle. — Avicenne. — Omar. — Cosmogonie du Coran. — Kaswini. — Écrivains italiens anciens. — Léonard de Vinci. — Fracastoro. — Controverse relative à la nature réelle des fossiles. — Origine de ces corps attribuée au déluge biblique. — Palissy. — Sténon. — Scilla. — Quirini. — Boyle. — Lister. — Leibnitz. — Théorie de Hooke sur les soulèvements produits par les tremblements de terre, et sur l'extinction de certaines espèces d'animaux. — Ray. — Écrivains physico-théologiques. — Théorie diluvienne de Woodward. — Burnet. — Whiston. — Vallisneri. — Lazzaro Moro. — Generelli. — Buffon. — Condamnation de sa théorie, considérée comme hétérodoxe par la Sorbonne. — Déclaration faite par lui au sujet de cette théorie. — Targioni. — Arduino. — Michell. — Catcott. — Raspe. — Fuchshel. — Fortis. — Testa. — Whitehurst. — Pallas. — Saussure.

Ecrivains arabes. — Après la décadence de l'empire romain, la culture des sciences physiques fut remise en vigueur avec quelque succès par les Sarrasins, vers le milieu du VIIIe siècle de notre ère. A cette époque, les ouvrages des auteurs classiques les plus célèbres s'achetaient à grands frais des chrétiens, et étaient

traduits en arabe; en même temps que d'un autre côté, Al-Mamoun, fils du fameux Haroun-Al-Raschid, contemporain de Charlemagne, recevait à sa cour de Bagdad, avec les marques de la plus flatteuse distinction, les astronomes et tous les savants étrangers qui s'y présentaient. Ce calife et plusieurs de ses successeurs trouvèrent beaucoup d'opposition et de jalousie de la part des docteurs de la loi mahométane, qui voulaient que les musulmans bornassent leurs études au Coran, redoutant les effets que pouvait produire le goût trop généralement répandu des sciences physiques (*).

Avicenne. — Presque tous les ouvrages des anciens écrivains arabes sont perdus. Parmi ceux du xe siècle, dont quelques-uns ont été conservés, nous citerons un petit traité d'Avicenne le physicien, « Sur la formation et la classification des minéraux, » ouvrage dans lequel cet auteur a fait preuve d'un talent vraiment incontestable. Son second chapitre, « Sur la cause des montagnes, » est surtout très-digne de remarque. Les montagnes, dit-il, sont dues, les unes à des causes essentielles, et les autres, à des causes accidentelles. Comme exemple de causes essentielles, il cite « les tremblements de terre violents, par lesquels le sol se trouve soulevé et changé en montagnes. »

(*) Mod. Univ. Hist., vol. II, ch. iv. sect. 3.

Quant aux causes accidentelles, la principale est l'excavation produite par l'eau, — phénomène qui, en donnant lieu à des cavités, rend saillants les terrains environnants, et en fait des éminences (*).

Omar. — Cosmogonie du Coran. — Ce fut dans le même siècle qu'Omar, surnommé « El Aalem, » ou « le Savant, » écrivit sur « La Retraite de la Mer. » Cet auteur paraît s'être assuré par la comparaison des cartes de son temps avec celles des astronomes indiens et persans, faites deux mille ans auparavant, que depuis les temps historiques, des changements considérables avaient eu lieu dans la configuration des côtes de l'Asie; il trouva qu'à certaines époques anciennes, la mer avait été plus étendue. Une autre circonstance, le grand nombre de sources et de marais salés répandus dans l'intérieur de l'Asie, vint encore le confirmer dans cette opinion. En des temps plus récents, Pallas tira de ce phénomène les mêmes conséquences.

M. de Hoff a suggéré l'idée extrêmement probable que ce furent les changements de niveau de la mer Caspienne (dont plusieurs, vraisemblablement, ont

(*) Montes quandoquè fiunt ex causâ essentiali, quandoquè ex causâ accidentali. Ex essentiali causâ, ut ex vehementi motu terræ elevatur terra, et fit mons. Accidentali, etc. (De Congelatione Lapidum, ed. Gedani; 1682.)

eu lieu dans les temps historiques), et les dispositions géologiques du district où elle est située, qui, en indiquant que cette mer avait abandonné son ancien lit, conduisirent Omar à sa théorie de la retraite générale de la mer. Toutefois, quelles qu'aient pu être les preuves sur lesquelles reposait son système, il fut déclaré en opposition avec certains passages du Coran; et l'auteur, sommé de faire publiquement la rétractation de ses erreurs, s'exila volontairement de Samarcande, pour se soustraire à la persécution (*).

Les opinions cosmologiques exprimées dans le Co-

(*) Von Hoff, Geschichte der Veränderungen der Erdoberfläche, vol. I, p. 406, qui cite Delisle, bey Hismann Welt-und Völkergeschichte, Alte Geschich 1ter theil, S. 234. — Les persécutions arabes relatives à des dogmes hérétiques, en matière de théologie, étaient souvent très-sanguinaires. Dans le temps où la science jouissait de la plus haute estime, les Mahométans étaient divisés en deux sectes; l'une soutenait que le Coran était incréé, et avait subsisté en Dieu même de toute éternité; l'autre, dite la secte des Motazalites, tout en admettant que le Coran était d'institution divine, ne faisait dater son origine que du moment où il avait été révélé au Prophète à la Mecque, et accusait ses adversaires de croire à deux êtres éternels. Les opinions de chacune de ces sectes furent admises par différents califes successivement; et l'on vit quelquefois leurs partisans respectifs mieux aimer perdre la tête, ou mourir sous le fouet, que de renoncer à leur croyance. (Mod. Univ. Hist. vol. II, ch. IV.)

ran étant fort peu nombreuses, et ne se trouvant, d'ailleurs, introduites dans ce livre que d'une manière tout à fait incidente, il serait assez difficile de comprendre comment elles auraient pu jouer un rôle aussi important dans une discussion relative aux révolutions anciennes du globe. Le Prophète déclare que la terre fut créée en deux jours, et qu'aussitôt sa création accomplie, les montagnes furent placées à sa surface; que durant ces deux jours et deux autres encore, les habitants destinés à la peupler reçurent l'existence; et qu'en deux nouveaux jours enfin, les sept cieux furent créés à leur tour (*). Le Coran n'ajoute aucun autre détail au sujet de la création, et s'exprime d'une manière tout aussi brève en parlant du déluge, à l'occasion duquel il dit que les eaux s'échappèrent d'un four (fable bizarre, que l'on suppose avoir été empruntée aux mages persans, qui représentaient les eaux diluviales comme sortant du four d'une vieille femme) (**); que tous les hommes, à l'exception de Noé et de sa famille, furent noyés; mais que Dieu ayant dit ensuite : « O terre, engloutis tes eaux; et toi, ciel, retiens tes pluies! » les eaux diminuèrent à l'instant (***).

Nous pouvons supposer qu'Omar a représenté l'a-

(*) Coran, ch. XLI.

(**) Coran. Traduction de Sale, ch. XI. Voyez la note.

(***) Ibid.

bandon de la terre par la mer, comme ayant été graduel, et que son hypothèse exigeait, pour l'accomplissement de la retraite des eaux, un plus grand nombre de siècles que n'en admettait la croyance musulmane; car on doit conclure du Coran, que l'homme et la planète qu'il habite furent créés en même temps; et quoique Mahomet n'ait pas déterminé d'une manière expresse l'ancienneté de la race humaine, il donne cependant une sanction implicite à la chronologie mosaïque, par la vénération qu'il témoigne pour les patriarches hébreux (*).

On conserve à la Bibliothèque Royale de Paris un manuscrit arabe intitulé : « Merveilles de la Nature, » dont l'auteur, Mohammed Kazwini, florissait au septième siècle de l'Hégyre, ou vers la fin du treizième siècle de notre ère (**). Outre diverses remarques sur les aérolithes, les tremblements de terre et les changements de position que la terre et la mer ont éprouvés successivement, il renferme la belle narration suivante que l'auteur met dans la bouche de Kidhz, personnage allégorique : — « Passant un jour par une ville très-ancienne, et prodigieusement peuplée, je deman-

(*) Kossa, gouverneur du calife Al-Mamûd, fut l'auteur d'un livre intitulé « Histoire des Patriarches et des Prophètes, *depuis la Création du Monde.* » (Mod. univ. Hist., vol. II, c. IV.)

(**) Traduit par MM. Chezy et de Sacy, et cité par M. Elie de Beaumont, Ann. des Sciences Nat., 1832.

dai à l'un de ses habitants depuis quand elle était fondée. — C'est, me répondit-il, une cité puissante; mais pour vous dire depuis combien de temps elle existe, cela m'est absolument impossible, et à ce sujet nos ancêtres étaient tout aussi ignorants que nous.» Cinq siècles plus tard, je repassai par le même lieu; n'y apercevant aucun vestige de la ville, je voulus savoir d'un paysan qui cueillait des herbes sur son ancien emplacement, combien de temps s'était écoulé depuis sa destruction. «Sur ma foi, dit-il, vous me faites là une question étrange. Ce terrain n'a jamais été autre que ce qu'il est à présent. — Mais n'y eut-il donc pas anciennement ici une vaste cité? lui demandai-je encore. — Jamais, répliqua-t-il, autant du moins que nous en puissions juger par ce que nous avons vu; je vous dirai même que jamais nos pères ne nous en ont parlé.» Cinq cents autres années après, je revins encore aux mêmes lieux; cette fois, *la mer en occupait la place.* Ayant aperçu des pêcheurs sur ses rivages, je leur demandai depuis quand la mer avait envahi ce terrain. « Un homme comme vous, dirent-ils, peut-il faire une semblable question? ce lieu a toujours été tel qu'il est aujourd'hui.» Au bout de cinq cents nouvelles années, j'y retournai encore. La mer n'y étant plus, je voulus savoir depuis combien de temps elle s'était retirée. Un homme à qui je le demandai me répondit, comme tous les précédents,

c'est-à-dire, que les choses avaient toujours été ainsi que je les voyais. Enfin, après un laps de temps égal aux précédents, j'y retournai pour la dernière fois, et je trouvai, en place d'un lieu désert, une cité florissante, plus peuplée et plus riche en monuments somptueux que la première que j'avais vue. Voulant alors connaître la durée de son existence, je m'adressai aux habitants, qui me dirent : « L'origine de cette ville se perd dans la nuit des temps; nous ignorons depuis quand elle existe, et nos pères, à ce sujet, n'en savaient pas plus que nous. »

Auteurs italiens anciens. — Ce ne fut guère qu'au commencement du seizième siècle que les phénomènes géologiques commencèrent à fixer l'attention des nations chrétiennes. A cette époque, une controverse des plus vives s'éleva en Italie, au sujet de la nature véritable et de l'origine des coquilles marines et des autres corps organisés fossiles que l'on trouvait en abondance dans les couches de cette contrée. Le célèbre peintre Léonard de Vinci, qui, dans sa jeunesse, avait conçu le plan de plusieurs canaux navigables qu'il exécuta lui-même dans le nord de l'Italie, fut un des premiers qui sut appliquer, au sujet en question, un raisonnement logique et sain. Il prétendait que la vase des rivières avait recouvert l'extérieur et pénétré l'intérieur des coquilles fossiles, alors que ces

corps reposaient au fond de la mer près du rivage. « On assure, » disait-il, « que ces coquilles furent formées dans les collines par l'influence des étoiles; mais s'il en fut ainsi jadis, pourquoi n'en serait-il pas encore de même aujourd'hui? Qui pourrait me dire où sont les étoiles formant à l'époque actuelle, dans les collines, les coquilles d'espèces et d'âges différents qu'on y trouve? Comment, d'ailleurs, se rendre compte, à l'aide des étoiles, de l'origine de ce gravier dont les parties n'ont pu être arrondies que par le mouvement de l'eau courante, et qu'on rencontre à diverses hauteurs? Comment, enfin, expliquer, par une telle cause, la pétrification des feuilles et des plantes marines que renferment aussi les collines (*)? »

Les excavations faites en 1517, à l'occasion des travaux qu'on exécutait à Vérone, mirent au jour une multitude de pétrifications curieuses, et donnèrent lieu aux spéculations de divers auteurs, parmi lesquels nous citerons, entre autres, Fracastoro (**). Celui-ci déclara que, dans son opinion, les coquilles

(*) Voyez les extraits des Manuscrits de Léonard de Vinci, lesquels sont actuellement à la bibliothèque de l'Institut de France. Ces extraits, dus à Venturi, ne sont pas mentionnés par Brocchi; c'est M. Hallam qui, le premier, a fixé sur eux mon attention. Léonard de Vinci mourut en 1519.

(**) Muséum Calceol. — Voyez le discours de Brocchi sur les

fossiles avaient toutes appartenu à des êtres vivants, lesquels vécurent jadis et multiplièrent là où se trouvaient alors leurs dépouilles. Il démontra combien, pour expliquer l'origine de ces fossiles, il était absurde de recourir à une certaine « force plastique, » douée, disait-on, du pouvoir de donner aux pierres des formes organiques. Fracastoro prouva, à l'aide d'arguments non moins puissants, qu'il était tout aussi peu sensé d'attribuer la situation des coquilles en question au déluge biblique, ainsi que quelques-uns soutenaient obstinément qu'on devait le faire; car, disait-il, outre que cette inondation fut de trop courte durée pour produire le déplacement de ces corps, on doit remarquer aussi qu'elle fut occasionnée presque entièrement par des eaux fluviales. D'un autre côté, en admettant même que l'inondation eût été capable de transporter les coquilles à de grandes distances, elle n'aurait pu que les disséminer sur la surface du sol, et non les ensevelir à d'immenses profondeurs dans l'intérieur des montagnes. Rendus aussi évidents, de tels faits eussent mis fin pour toujours à la discussion, si les passions humaines ne se fussent trouvées engagées dans la dispute; car, bien que quel-

progrès de l'étude de la conchyliologie fossile en Italie. Dans ce discours, quelques-unes des notices sur les auteurs italiens ont plus d'étendue que je n'ai pu leur en donner ici.

ques doutes restassent encore dans certains esprits, il est probable que bientôt ils auraient disparu en présence des découvertes nouvelles faites peu de temps après, sur la structure des fossiles et de leurs analogues vivants.

Mais, bien loin d'accorder aux idées aussi justes que philosophiques de Fracastoro l'attention qu'elles méritaient, tout le talent et la force de raisonnement des savants ne furent, durant trois siècles, employés qu'à discuter ces deux questions préliminaires et toutes simples, savoir, si les fossiles avaient appartenu à des êtres vivants; et si, une fois cette circonstance admise, tous les phénomènes ne pouvaient pas s'expliquer par le déluge de Noé. Jusqu'alors il avait été de croyance générale, dans le monde chrétien, que l'origine de la terre remontait seulement à quelques milliers d'années, et que, depuis la création, le déluge était l'unique catastrophe qui eût produit quelque changement considérable à la surface du globe. D'une autre part, l'opinion que la conflagration de notre planète devait avoir lieu bientôt était presque aussi généralement répandue. Cependant l'époque du millénaire attendu se passa sans catastrophe. Il semble que, dès lors, il n'eût plus dû en être question que pour rire aux dépens de ceux dont la crédulité se trouvait si heureusement trompée. Mais les moines ne laissèrent pas les choses se passer de la sorte; ils eurent

l'impudeur durant cinq cents ans, à compter de l'heure fatale à laquelle l'extermination de la planète avait dû s'accomplir, de conserver la jouissance paisible des riches concessions de terres que leur avaient léguées de pieux donateurs. Ceux-ci, dans le préambule d'actes commençant par ces mots : « Appropinquante mundi termino » — « appropinquante magno judicii die, » ont à jamais consacré la mémoire de l'erreur populaire qui subsistait alors (*).

Bien qu'au seizième siècle il devint nécessaire d'interpréter plus largement les prophéties, et d'assigner à la conflagration du monde une date plus éloignée. les spéculations des premiers géologues n'en renferment pas moins une allusion constante à l'accomplissement prochain d'une telle catastrophe. Quant à ce qui regarde l'ancienneté du globe, les opinions des siècles d'ignorance se maintinrent également à cette époque, sans la moindre modification. Aussi, lorsque plus tard on voulut entreprendre de détruire, par des preuves physiques, un article de foi si généralement accrédité, une alarme très-vive s'empara de tous les esprits, et il ne fallut rien moins que la tolérance et

(*) En Sicile, surtout, bon nombre d'actes de ce genre sont précédés par de semblables préambules, composés par les testateurs vers l'époque à laquelle le bon roi Roger expulsa les Sarrasins de cette île.

la franchise qui régnaient parmi le clergé italien, pour qu'il fût permis de débattre ce sujet en toute liberté. Les prêtres eux-mêmes prirent chaudement parti dans la controverse; les uns se prononçant pour tel côté de la question, et les autres pour tel autre. Tout en regrettant vivement le temps et le talent qui, dans cette circonstance, furent consacrés à la défense de principes insoutenables, on ne peut s'empêcher de rendre justice au peu d'acrimonie qu'entraîna cette polémique, comparativement à celle qui se manifesta dans les disputes que, deux siècles et demi plus tard, on vit éclater « de ce côté-ci des Alpes, » parmi certains écrivains.

CONTROVERSE RELATIVE A LA NATURE RÉELLE DES DÉBRIS ORGANIQUES FOSSILES.

Mattioli. — Falloppio. — Le système de disputes scolastiques encouragé dans les universités du moyen-âge, avait non-seulement conduit à des habitudes d'interminables arguties, mais en était même venu jusqu'à produire ce dangereux effet que souvent des propositions absurdes et extravagantes se trouvaient préférées à des idées raisonnables et justes, par cela seul qu'elles exigeaient plus de talent pour être soutenues; le but de ces combats intellectuels était la victoire et non la vérité. Il n'y avait pas une seule

théorie, quelque subtile et bizarre qu'elle fût, qui n'eût ses partisans, pourvu toutefois qu'on pût la rapporter à quelque idée populaire; et comme dans la création de leurs systèmes, les cosmogonistes ne s'en tenaient pas à l'action des causes connues, les adversaires de Fracastoro combattirent ses arguments en supposant des causes imaginaires, lesquelles différaient les unes des autres bien plus de nom que de fait. Ainsi, par exemple, Andrea Mattioli, célèbre botaniste qui expliqua Dioscorides, adopta cette opinion de l'habile mineur allemand, Agricola, qu'une certaine « matière grasse, » « materia pinguis, » mise en fermentation par la chaleur, donnait naissance à des formes organiques fossiles. D'après ses propres observations, Mattioli, cependant, en était venu à conclure que les corps poreux, tels que les os et les coquilles, pouvaient, comme étant perméables à ce qu'il appelait le « suc lapidifiant, » être transformés en pierre. D'un autre côté, Falloppio de Padoue imagina que les coquilles pétrifiées étaient produites par la fermentation, dans les lieux mêmes où on les trouve, et que, dans certains cas, leurs formes résultaient des mouvements tumultueux des exhalaisons terrestres. Tout célèbre anatomiste qu'il était, il soutint que certaines défenses d'éléphants que, de son temps, on avait trouvées dans la Pouille, n'étaient autre chose que des concrétions terrestres. Suivant toujours ces

mêmes principes, il alla jusqu'à considérer les vases du Monte Testaceo, à Rome, comme n'étant, très-probablement, que des impressions naturelles qui s'étaient formées dans le sein de la terre (*). Animé du même esprit, Mercati prétendit que les coquilles fossiles conservées par le pape Sixte V dans le musée du Vatican, et dont, en 1574, il avait publié des figures très-exactes, n'étaient tout simplement que des pierres dont la configuration particulière devait être attribuée à l'influence des corps célestes. Quant à Olivier de Crémone, à qui est due la description des débris fossiles d'un riche musée de Vérone, il se borna à considérer ces corps comme de simples « jeux de la nature. »

Parmi les conceptions bizarres de ces temps, quelques-unes furent jugées moins déraisonnables que les autres, en cela qu'elles offraient des rapports avec la théorie de la génération spontanée d'Aristote, enseignée alors dans toutes les écoles (**). On conçoit, en effet, que des hommes imbus dès leur première jeunesse de l'idée que la plupart des plantes et des animaux vivants avaient été formés par le concours fortuit d'un certain nombre d'atomes, ou qu'ils avaient puisé la vie dans la matière organique cor-

(*) De Fossilib., p. 109 et 176.

(**) Aristote, Traité des Animaux, chap. 1 et 15.

rompue, pouvaient facilement se persuader que les formes organiques, souvent mal conservées, qui se rencontrent dans l'intérieur des roches, devaient leur existence à des causes également obscures et mystérieuses.

Cardan 1552. — Ce siècle, toutefois, ne fut pas entièrement dépourvu d'auteurs professant des opinions plus rationnelles et plus graves que celles qui viennent d'être exposées. Un ouvrage de Cardan, publié en 1552, et dont le titre, « De Subtilitate, » correspond à ce que de nos jours on appellerait philosophie transcendante, devait naturellement nous donner à penser qu'au chapitre des minéraux se trouveraient plusieurs théories subtiles, la subtilité étant le type caractéristique de presque toutes les doctrines d'alors. Néanmoins, quand l'auteur en vient à traiter des coquilles pétrifiées, il n'hésite pas à déclarer qu'elles indiquent d'une manière évidente l'ancien séjour de la mer sur les montagnes (*).

Cesalpino. — *Majoli*, 1597. — Cesalpino, botaniste célèbre, pensait que les coquilles fossiles avaient été abandonnées sur les continents, lors de la retraite de la mer, et que leur pétrification s'était opérée durant

(*) Brocchi, Con. Foss. Subap. Disc. sui Progressi, vol. I, p. 57.

la solidification du sol (*). L'année suivante (1597), Simeone Majoli (**), dont les idées coïncidaient pour la plupart avec celles de Cesalpino, alla plus loin encore. Il prétendit qu'il n'y aurait rien d'impossible à ce que les coquilles et autres substances sous-marines du Véronais et de quelques autres districts, eussent été vomies sur la terre par des explosions volcaniques, telles que celles qui en 1538 donnèrent naissance au Monte-Nuovo, près de Pouzzole. C'est cette supposition qui semble avoir servi de base aux théories de Hooke, de Lazzaro Moro, de Hutton et de plusieurs autres écrivains qui, plus tard, cherchèrent aussi à établir des rapports entre l'action des volcans et les gisements des coquilles fossiles.

Deux ans après, Imperati se déclara en faveur de l'origine animale de ces corps; mais en admettant, toutefois, la possibilité de la végétation des pierres, — phénomène qu'il expliquait par la force « d'un principe intérieur, » à l'appui duquel il citait les dents de poissons et les épines d'échinides que l'on avait trouvées à l'état de pétrification (***).

Palissy, 1580. — Palissy, écrivain français, publia divers ouvrages scientifiques. Il traita, entre autres,

(*) De Metallicis.

(**) Dies Caniculares.

(***) Storia Naturale.

de « l'Origine des Sources attribuée à l'eau de pluie, » et entreprit, en 1580, de combattre les idées répandues en Italie par plusieurs de ses contemporains, au sujet des coquilles fossiles que ceux-ci supposaient avoir été, toutes sans exception, déposées par le déluge universel. « Il fut le premier, dit Fontenelle, un siècle et demi plus tard, en parlant de lui dans l'Histoire de l'Académie des Sciences, » qui osa soutenir à Paris que les débris fossiles des testacés et des poissons avaient jadis appartenu à des animaux marins.

Fabio Colonna. — Comme ce serait une tâche aussi inutile que fastidieuse d'énumérer la multitude d'écrivains italiens qui, vers le commencement du dix-septième siècle, avancèrent des hypothèses toutes plus fantastiques les unes que les autres, nous nous abstiendrons d'en parler; nous ne ferons d'exception qu'en faveur de Fabio Colonna, qui, seul, mérite d'être distingué de la foule, car, bien qu'il s'abandonnât au dogme qui rapporte au déluge de Noé l'origine de tous les débris fossiles, il sut résister à l'absurde théorie de Stelluti, et ne pas admettre que le bois fossile et les ammonites n'étaient autre chose que de l'argile, dont les formes avaient été déterminées par des eaux sulfureuses, et par la chaleur souterraine du globe. Fabio Colonna indiqua les différents

états des coquilles fossiles, établissant entre elles les distinctions suivantes : savoir, 1° la simple empreinte; 2° le moule; et 3° les débris de la coquille elle-même. C'est à lui aussi que revient le mérite d'avoir, le premier, démontré que parmi les fossiles, tous n'ont pas appartenu à des testacés marins, et que quelques-uns proviennent de testacés terrestres (*).

Sténon, 1669. — De tous les ouvrages publiés à cette époque, le plus remarquable fut celui de Sténon, savant Danois, qui, après avoir professé quelque temps l'anatomie à Padoue, alla à la cour du grand-duc de Toscane, où il résida plusieurs années. Son traité porte le titre pompeux de « De Solido intra Solidum naturaliter contento (1669), » titre qui, pour bien rendre l'intention de l'auteur, peut se traduire ainsi : « Sur les pierres précieuses, les cristaux et les pétrifications organiques, renfermés dans les roches solides. » Cet ouvrage atteste la priorité de l'école italienne dans les recherches géologiques, et signale en même temps les obstacles puissants qui, dans ce siècle, furent opposés à l'admission générale des idées propres à favoriser les progrès de la science. Tous ceux qui ne pouvaient se résigner à croire qu'avant la formation d'une grande partie des mon-

(*) Osserv. sugli Animali aquat. e terrest. 1626.

tagnes qui recouvrent le globe, la terre pût avoir été habitée par des êtres vivants, maintenaient l'opinion que les coquilles fossiles et les autres corps marins n'étaient pas d'origine animale. Ce fut à l'occasion de cette controverse que Sténon ayant disséqué un requin qu'on venait de prendre dans la Méditerranée, prouva que ses dents et ses os étaient identiques avec ceux de plusieurs fossiles trouvés en Toscane. Il compara aussi les coquilles qui avaient été découvertes dans les couches d'Italie, aux espèces analogues vivantes, signala leur ressemblance, et indiqua les nuances diverses qui distinguaient les coquilles simplement calcinées, ou qui n'avaient perdu que leur gluten animal, de celles dans lesquelles s'était opérée une substitution complète de matière pierreuse. Dans sa division des masses minérales, il insista beaucoup sur l'origine secondaire des dépôts qui renferment des dépouilles d'animaux, ou des fragments de roches anciennes. Il établit une distinction entre les formations d'origine marine et les formations d'origine fluviale, indiquant, comme moyen de reconnaître ces dernières, les graines, les herbes, ou même les troncs et les branches d'arbres, que souvent elles renferment. Il se prononça aussi en faveur de l'horizontalité primitive des dépôts sédimentaires, dont il attribuait la position actuellement inclinée ou verticale, tantôt à quelque dégagement de vapeurs souterraines, ca-

pable de soulever, de bas en haut, la croûte de la terre, et tantôt à l'affaissement de certaines masses solides reposant sur des cavités souterraines.

Sténon prétendit être à même de prouver que la Toscane devait avoir eu successivement six configurations distinctes, ayant été deux fois couverte entièrement par l'eau; mise à sec deux fois, avec un niveau uniforme; et deux fois, enfin, avec une surface inégale et irrégulière (*). Il fit tous ses efforts pour concilier avec l'Écriture-Sainte ses nouvelles idées, et ce fut dans ce but qu'il signala certaines roches comme ayant été formées avant l'existence de toute espèce d'animaux et de plantes. Malheureusement, il choisit pour exemple de ces roches certaines formations calcaires et de grès de son propre pays, lesquelles renfermant, ainsi qu'on l'a reconnu depuis, quelques débris d'animaux et de plantes, ne peuvent pas même être rangées parmi les couches les plus anciennes des séries secondaires. Sténon chercha à faire entendre que Moïse, en disant que les eaux du déluge avaient couvert le sommet des montagnes les plus élevées, n'entendait parler que des plus hautes collines existantes alors, — lesquelles ne pouvaient avoir une élévation bien grande.

(*) Sex itaque distinctas Etruriæ facies agnoscimus, dum bis fluida, bis plana, et sicca, bis aspera fuerit, etc.

D'après sa supposition, les eaux diluviennes provenaient de l'intérieur de la terre où elles s'étaient réfugiées, lorsque, originairement, la séparation de la terre et de la mer s'était opérée. De telles hypothèses n'étaient certes pas faites pour ajouter au mérite du traité de Sténon; loin de là, au contraire, elles ne pouvaient que diminuer l'autorité de celles de ses opinions qui étaient basées sur des déductions justes et rigoureuses des faits et de l'observation. Dans ces derniers temps, néanmoins, elles ont servi de germe à diverses théories populaires; revêtues de longs développements, elles ont été reproduites et présentées comme des idées nouvelles, par plusieurs de nos contemporains.

Scilla, 1670. — Scilla, peintre sicilien, publia, en 1670, un traité latin sur les fossiles de la Calabre, accompagné de très-bonnes gravures. Cet ouvrage offre la preuve de l'influence prolongée que conservent, d'ordinaire, les dogmes souvent réfutés; car, c'est surtout contre l'incrédulité obstinée des naturalistes, à l'égard de la nature organique des coquilles fossiles, que l'auteur dirige les plus habiles ressources de son esprit et de son éloquence (*). De même que plusieurs

(*) Scilla cite la remarque de Cicéron à l'occasion d'une certaine pierre trouvée dans l'île de Chio, laquelle, suivant la tradition, ayant été séparée en deux parties, présenta la tête de

naturalistes célèbres de son temps, Scilla s'abandonna à la croyance populaire que toutes les coquilles fossiles étaient en même temps les effets et les preuves du déluge biblique. En professant cette opinion, était-il entièrement de bonne foi? Il est permis d'en douter. Quant à plusieurs de ses contemporains qui suivirent la même voie que lui, bien que leur manque de sincérité fût complétement avéré, ils mirent tant d'empressement à déraciner les idées généralement admises à l'égard de la nature des fossiles organisés, qu'on les aurait crus volontiers disposés à faire toutes les concessions possibles pour fixer invariablement l'opinion sur ce point. Ces transactions étaient peu éclairées : il ne servait pour ainsi dire à rien que la nature des documents fût enfin bien comprise, si les hommes n'avaient pas la liberté d'en tirer des conséquences exactes.

Théorie diluvienne. — Les théologiens italiens, allemands, français et anglais, qui, à cette époque, entrèrent dans la lice, étaient en si grand nombre, qu'il serait trop long d'en faire l'énumération; quant à ceux

Paniscus en relief.—« Je veux bien croire, » dit l'orateur, « que cette figure pouvait avoir quelque ressemblance avec Paniscus; mais je n'admettrai jamais que cette ressemblance fût telle, qu'on pût attribuer au ciseau de Scopas la tête en question; car le hasard n'imite jamais parfaitement la vérité. »

qui refusèrent d'adopter l'opinion que tous les débris organiques marins étaient autant de preuves du déluge biblique, ils furent, dès ce moment, exposés à l'accusation de ne rien croire des Saintes-Écritures.

Plus d'un siècle s'était écoulé depuis Fracastoro : et à peine pendant ce temps, tout employé à propager la croyance que les fossiles organisés n'étaient que de simples jeux de la nature, de faibles efforts avaient-ils été faits pour se rapprocher d'une saine théorie. Une nouvelle période d'un siècle et demi fut ensuite perdue à consacrer l'hypothèse mise en avant par ceux qui prétendaient que l'enfouissement de tous les corps organisés dans les couches solides étaient l'œuvre du déluge de Noé. Jamais, dans aucune branche de la science, illusion théorique ne se mêla plus sérieusement à l'observation exacte et à la classification systématique des faits. Les progrès rapides de la géologie, dans ces derniers temps, doivent être particulièrement attribués à la détermination précise de l'ordre de succession des masses minérales, établie à l'aide de la régularité de leur superposition et de la nature des différents corps organiques qu'elles renferment. Toutefois, loin de vouloir reconnaître la moindre distinction dans l'ensemble des couches, les vieux partisans de la théorie diluvienne étaient portés, au contraire, d'après leur système, à confondre les divers groupes de strates, à rapporter tous les phénomènes

à une cause unique, et à une seule époque, de très-courte durée, plutôt que de les attribuer à un certain nombre de causes dont l'action se serait continuée pendant une longue suite de périodes. Ils ne voyaient les phénomènes que comme ils voulaient les voir : tantôt défigurant les faits, et tantôt déduisant de données correctes de fausses conséquences. De nos jours, par bonheur, les choses ont changé de face : le vaisseau confié à notre direction n'ayant plus besoin, pour avancer, de lutter contre un courant contraire, un très-petit nombre d'années suffirait, à présent, pour faire faire autant de progrès à la science que, sous l'influence des préjugés que nous venons de signaler, elle en fit dans dans l'espace de trois siècles.

En suivant l'histoire de la géologie, le lecteur doit s'attendre à voir, depuis la fin du dix-septième siècle jusqu'à la fin du dix-huitième, la science marcher aussi souvent en sens rétrograde qu'en sens progressif. Dans cette revue, il devra s'appliquer à remarquer les retours fréquents à des erreurs plusieurs fois combattues, et l'abandon de certaines opinions aussi judicieuses que saines pour des idées de la dernière absurdité. Souvent aussi, il aura à s'arrêter soit sur une argumentation futile, soit sur une hypothèse chimérique; non à raison de l'intérêt que de tels sujets offriront par eux-mêmes, mais à cause

que plusieurs des systèmes les plus extravagants ont été imaginés ou contestés par des hommes d'un talent reconnu. En un mot, l'esquisse des progrès de la géologie n'est autre chose que l'histoire d'une lutte perpétuelle et violente entre des opinions nouvelles et des doctrines anciennes, qui, sanctionnées par la foi implicite de plusieurs générations, sont censées reposer sur l'autorité des Saintes-Écritures. Quoique offrant le plus grand intérêt pour quiconque se livre à l'étude de la philosophie de l'esprit humain, cet examen, toutefois, ne saurait suffire à celui qui, dans l'étude des sciences physiques, aspire à trouver des vérités.

Quirini, 1676. — En 1676 (*), Quirini soutint, contrairement à l'opinion de Scilla, que les eaux du déluge ne pouvaient avoir transporté des corps pesants sur le sommet des montagnes, l'agitation de la mer ne s'étant jamais (ainsi que Boyle l'avait démontré) étendue à de grandes profondeurs (**); il nia, de plus, que les testacés eussent pu vivre, comme quel-

(*) De Testaceis fossilibus Mus. Septaliani.

(**) Les opinions de Boyle, auxquelles Quirini fait allusion ici, avaient été publiées quelques années auparavant dans un petit article intitulé : « Sur le fond de la mer. » D'après des renseignements obtenus des pêcheurs de perles, Boyle conclut

ques-uns le prétendaient, dans ces eaux diluviennes; car, outre, disait-il, que « l'inondation fut de courte durée, *les grandes* pluies anéantirent la salure de la mer! » Quirini fut le premier écrivain qui se hasarda à soutenir une opinion contraire à celle qui faisait du déluge de Noé un cataclysme universel. Quant à la nature des coquilles pétrifiées, il pensait que, puisque des molécules solides se réunissaient dans la mer pour former les coquilles des mollusques, le même mode de cristallisation pouvait tout aussi bien se produire sur la terre. Pour expliquer ce dernier cas, il supposait que les germes des animaux avaient pu être disséminés dans la substance dont sont formées les roches, puis développés par l'humidité. Toute chimérique qu'elle était, cette doctrine, par cela seul qu'elle refusait d'admettre l'explication, donnée par la théorie diluvienne, de la position des corps fossiles, ne laissa pas d'avoir de nombreux

que lorsque les vagues sont a six ou sept pieds de hauteur au-dessus de là surface de l'eau, on n'aperçoit pas le moindre signe d'agitation à quinze brasses de profondeur; et que, même par un vent fort, le mouvement de l'eau diminue prodigieusement à la profondeur de douze à quinze pieds. Ce fut aussi à la même source que Boyle puisa ses informations au sujet de l'existence des courants, qui, à des profondeurs diverses, suivent des directions opposées. — OEuvres de Boyle, vol. III, p. 110. Londres, 1744.

partisans, même parmi les raisonneurs les plus graves de l'Italie et de l'Allemagne.

Plot, — *Lister*, 1678. — A cette époque, la doctrine par suite de laquelle les coquilles fossiles étaient considérées comme n'ayant jamais appartenu à de véritables animaux, se soutenait encore en Angleterre, où cette question ne commença que beaucoup plus tard à être agitée. Le docteur Plot, dans son « Histoire naturelle de l'Oxfordshire » (1677), attribua l'origine des coquilles et des poissons fossiles à une « vertu plastique latente, propre à la terre. » En 1678, Lister ajouta, sous la dénomination de *Pierres turbinées et bivalves*, les espèces fossiles aux coquilles de la Grande-Bretagne, sur lesquelles il avait fait précédemment un travail d'une exactitude remarquable. « Que ces pierres, » dit-il, soient ou ne soient pas d'origine terrestre, les animaux qu'elles représentent si fidèlement n'en sont pas moins des *animaux perdus.* » Cet auteur paraît avoir été le premier à signaler la longue continuité des principaux groupes de strates que renferment les séries britanniques, et à proposer la construction de cartes géologiques régulières (*).

(*) Voyez l'excellente introduction de M. Conybeare, à l'ouvrage intitulé : « Outlines of the Geology of England and Wales, » (Esquisses de la Géologie de l'Angleterre et du pays de Galles), pag. 12.

Leibnitz. 1680. — Ce fut en 1680 que Leibnitz, célèbre mathématicien allemand, publia, sous le titre de « Protogæa, » sa théorie de la formation de la terre. Il pensait que le globe, à l'origine, avait été une masse lumineuse brûlante qui, depuis sa création, s'était constamment refroidie; que lorsque la croûte extérieure de ce globe eut perdu suffisamment de sa chaleur, pour que la condensation des vapeurs pût avoir lieu, ces vapeurs avaient formé, en tombant, un océan immense, lequel avait couvert le sommet des plus hautes montagnes, et entouré la terre de toutes parts. Il supposait aussi qu'en passant de l'état de fusion à l'état solide, la croûte avait dû prendre une structure vésiculaire et caverneuse; et que les déchirures qui s'y étaient faites en plusieurs endroits, ayant permis à l'eau de se précipiter dans les cavités souterraines, il s'en était suivi l'abaissement du niveau de l'océan primitif. C'est à la rupture de ces vastes cavernes qu'ont été attribués la dislocation et le dérangement des couches « dont Sténon avait fait mention, ainsi que les mouvements violents qu'éprouvèrent les eaux supérieures, et les inondations considérables qui résultèrent de ces grands mouvements. Après avoir été ainsi agitées, les eaux, dans les intervalles de tranquillité qui suivirent, déposèrent les matières sédimentaires qu'elles tenaient en dissolution, et ce furent ces dépôts qui constituè-

rent les diverses couches de pierre et de terre qui forment l'écorce du globe. « On peut donc, dit Leibnitz, attribuer aux masses primitives une double origine : l'une, due au refroidissement de matières en fusion ; et l'autre, à la concrétion résultant d'une solution aqueuse (*). La répétition de ces causes (la rupture de la croûte et les inondations qui s'ensuivaient) donna lieu à la formation de nouvelles couches, lesquelles se succédèrent jusqu'à ce que les causes en question eussent été réduites à une condition d'équilibre tranquille, et qu'un état de choses plus durable eût été établi (**).

Hooke, 1688. — Les « Œuvres posthumes de Robert Hooke, » aussi avantageusement connu comme mathématicien que comme physicien, parurent en 1705. Elles renferment « un discours sur les tremblements de terre, » qui, d'après les rensei-

(*) Unde jam duplex origo intelligitur primorum corporum, una, cum ab ignis fusione refrigescerent, altera, cum reconcrescerent ex solutione aquarum.

(**) Redeunte mox simili causâ strata subinde alia aliis imponerentur, et facies teneri adhuc orbis sæpius novata est. Donec quiescentibus causis, atque æquilibratis, consistentior emergeret rerum status. — Le rapport fait en 1832, par M. Conybeare, a l'Association Britannique sur les progrès de la géologie, renferme une excellente analyse des principes de Leibnitz, exposés dans son Protogœa.

gnements fournis par l'éditeur, fut écrit originairement en 1668, mais revu plusieurs fois ensuite (*). Hooke est souvent d'accord avec les meilleurs auteurs italiens et anglais qui s'occupèrent de géologie avant lui; mais rien dans ses ouvrages ne prouve qu'il ait partagé les idées hardies de Sténon et de Lister, ou de Woodward, son contemporain, relativement à l'étendue géographique de certains groupes de couches. Son traité, toutefois, est, à l'égard des causes des changements anciens qui eurent lieu dans les règnes organique et inorganique de la Nature, l'œuvre la plus philosophique de ce siècle.

« Quelque trivial, » dit-il, « que puisse paraître à certaines personnes, un objet tel qu'une coquille pourrie, de pareils monuments de la Nature n'en présentent pas moins des témoignages d'antiquité plus authentiques que des pièces de monnaie ou des médailles; celles-ci pouvant très-bien, de même que les livres, les manuscrits et les inscriptions, être imitées par l'art et le dessin, ainsi que tous les savants tiennent aujourd'hui pour certain que cela s'est souvent pratiqué. D'un autre côté, il faut bien convenir que la lecture des archives de la Na-

(*) Dans l'intervalle de 1688 à 1703, époque de sa mort, il lut à la Société Royale divers mémoires, et prononça plusieurs discours sur des sujets relatifs aux fossiles et aux effets produits par les tremblements de terre.

ture, et les travaux nécessaires pour parvenir *à en extraire une chronologie*, et à établir la durée des périodes pendant lesquelles tels changements et telles catastrophes se sont accomplis, forment une tâche qui, bien qu'elle ne soit pas impossible, est du moins très-difficile (*). »

Quant à l'extinction des espèces, Hooke savait fort bien que les nautiles et les ammonites fossiles, ainsi que plusieurs autres coquilles et squelettes fossiles trouvés en Angleterre, appartenaient à des espèces différentes de celles qui étaient alors connues; mais il mettait en doute que ces premières fussent éteintes, sachant combien, à l'égard de toutes les espèces marines, de celles surtout qui habitent les mers profondes, les connaissances des naturalistes étaient bornées. Cependant, dans quelques parties de ses ouvrages, il semble porté à adopter l'opinion que plusieurs espèces avaient été perdues; et, se livrant à quelques considérations sur ce sujet, il va jusqu'à laisser entendre qu'il pourrait y avoir des rapports entre la disparition de certaines espèces d'animaux et de plantes, et les changements produits par les tremblements de terre qui se sont manifestés dans les temps anciens. « Quelques espèces, » observe-t-il avec la plus grande sagacité, « *sont particu-*

(*) OEuvres posthumes. Lecture du 29 février 1688.

lières à certains lieux, et ne se rencontrent pas ailleurs. Si donc, tel ou tel lieu a été englouti, il est assez probable que les êtres animés qui y vivaient, en comptant même les animaux aériens et aquatiques, ont tous été détruits en même temps; car les corps animés, soit végétaux, soit animaux, à la nourriture et à l'existence desquels l'air est nécessaire, ne peuvent manquer d'être détruits par l'eau », etc. (*). Il ajoute ensuite que les tortues et toutes les grandes ammonites que l'on trouve dans l'île de Portland, semblent avoir été engendrées dans des pays beaucoup plus chauds; et il en conclut que jadis l'Angleterre a dû séjourner sous les eaux des mers intertropicales! Pour expliquer ce phénomène, ainsi que plusieurs autres du même genre, Hooke s'abandonne à diverses spéculations sur la possibilité de certains changements dans la position de l'axe de rotation de la terre, changements qu'il attribue à « un déplacement du centre de gravité, analogue aux révolutions du pôle magnétique, etc. » Toutefois, loin d'être proposées comme dogmes, toutes ces diverses conjectures n'ont, pour ainsi dire, été mises en avant, que dans l'espoir de provoquer de nouvelles recherches et de nouvelles expériences.

Hooke ne craignit pas de se mettre en opposition avec les préjugés de son siècle, en combattant l'é-

(*) Œuvres posth., p. 327.

trange idée que la Nature n'avait formé des corps fossiles « que dans la vue de produire une imitation du règne minéral. » Il soutint que les pierres figurées étaient « en réalité, les corps divers eux-mêmes qu'elles représentaient, ou les moules pétrifiés de ces corps, » et non, comme quelques-uns l'avaient imaginé, un « lusus naturæ » consistant dans la formation inutile d'êtres sans but (*).

Lorsqu'on objectait à Hooke que sa doctrine de

(*) OEuvres posth. Lecture du 15 février 1688. Hooke a expliqué avec une clarté admirable les divers modes suivant lesquels les substances organiques peuvent se lapidifier. Il cite, entre autres, à l'appui de son raisonnement, les fragments de bois de palmier silicifiés qui avaient été rapportés d'Afrique, et au sujet desquels M. de La Hire avait lu, en juin 1692, un mémoire à l'Académie Royale de France. Dans ce mémoire étaient signalés, non-seulement les tubes qui parcouraient le tronc dans toute sa longueur, mais encore les racines qui se trouvaient à l'une de ses extrémités. De La Hire, dit Hooke, traita aussi de certains arbres qui avaient été pétrifiés dans « la rivière qui arrose Bakan, ville située dans le royaume d'*Ava*. Cette rivière offre, sur une étendue de dix lieues, la propriété remarquable de pétrifier le bois. » Au point où la science est parvenue aujourd'hui, les découvertes importantes d'animaux et de végétaux fossiles qui ont été faites récemment par M. Crawfurd et le docteur Wallich, près de l'Irraouadi, ne présentent rien d'extraordinaire; mais ce qui l'est beaucoup plus, c'est l'attention que, depuis plus d'un siècle déjà, le bois silicifié de ce fleuve a attirée de la part des observateurs. — Voyez Géol. trans., vol. II, part III, p. 377, second

l'extinction des espèces faisait injure à la sagesse et à la puissance du souverain Créateur de toutes choses, il répondait que de même qu'il y a des bornes à la vie des individus, de même aussi il peut y avoir une certaine limite à la durée des espèces; que, du reste, ses opinions n'avaient rien de contraire aux Saintes-Écritures, puisque dans la Bible il est dit que notre système est en voie de dégénération, et tend à sa dissolution finale; qu'enfin, comme toutes les espèces seraient détruites quand cette catastrophe aurait lieu, il ne lui semblait pas qu'il fût moins d'accord avec la sagesse divine qu'elles s'éteignissent successivement, c'est-à-dire les unes dans un temps, et les autres dans un autre, que de s'éteindre toutes dans un même moment (*).

Le but principal de Hooke était d'expliquer comment les coquilles avaient été transportées sur les points les plus élevés « des Alpes, des Apennins, des Pyrénées et dans l'intérieur des continents en général. » Ces circonstances, dit-il, et plusieurs autres encore, peuvent avoir été occasionnées par des tremblements de terre, « phénomènes qui, souvent, ont transformé des plaines en montagnes, des montagnes

Series. De La Hire cite le père Duchatz, dans le second volume des « Observations faites dans les Indes, par les Jésuites. »

(*) OEuvres posth. Lecture du 29 mai, 1689.

en plaines, des mers en continents et des continents en mers; qui ont donné naissance à des rivières là où il n'en existait pas, en ont englouti d'autres qui depuis longtemps subsistaient, etc., etc., et qui, depuis la création du monde, ont, en un mot, apporté les plus grands changements à la surface de la terre, et placé les coquilles, les ossements, les plantes, les poissons et les autres corps organisés fossiles, dans les lieux où, à notre très-grande surprise, nous les trouvons aujourd'hui (*). » Quoique cette doctrine eût été exposée en termes presque aussi explicites par Strabon, qui s'en était servi pour rendre compte de la présence des coquilles fossiles dans l'intérieur des continents, et quoique Hooke ait souvent emprunté le secours de ce géographe et d'autres auteurs anciens, on ne peut disconvenir, toutefois, que le rétablissement de ce système, et les développements qu'il lui donna, n'aient beaucoup contribué aux progrès de la science moderne.

Hooke fit l'énumération de toutes les convulsions souterraines qui, à sa connaissance, avaient pris place dans les annales de la Nature depuis « la terrible catastrophe de Sodome et de Gomorrhe, » jusqu'au tremblement de terre du Chili, de 1646. Selon lui, le soulèvement du fond des mers, ainsi que l'abaissement

(*) Œuvres posth., p. 312.

et la submersion des continents, pouvaient, de même que la plupart des inégalités de la surface du globe, s'expliquer par l'action de ces causes souterraines. A l'appui de cette supposition, il cite le soulèvement de la côte voisine de Naples, *qui eut lieu durant l'éruption du monte Nuovo;* et celui du sol de l'île Saint-Michel qu'occasionna, en 1591, une autre éruption. Il ne fait aucun doute (quoique, dit-il, la chose soit bien plus difficile à prouver), qu'il n'y ait eu autant de tremblements de terre dans les divers points du globe situés sous l'Océan, que dans les parties continentales; alléguant, pour confirmer cette opinion, l'incommensurable profondeur de la mer dans le voisinage de certains volcans. En témoignage de l'espace qu'embrassent quelquefois les mouvements souterrains simultanés, il mentionne le tremblement de terre qui se fit sentir en 1690 dans les Indes occidentales, et qui, par ses secousses, souleva ou « repoussa de bas en haut » une étendue de terrain plus considérable en longueur que les Alpes et les Pyrénées.

Théorie diluvienne de Hooke. — Hooke, ayant déclaré que l'hypothèse favorite de son temps, celle qui attribuait au déluge de Noé l'origine des corps fossiles marins, était une hypothèse absolument insoutenable, se crut en quelque sorte obligé de substituer une autre théorie diluvienne à celle qu'il repoussait. Mais

cette nouvelle théorie dont il était l'auteur, le jeta dans des difficultés et des contradictions sans nombre. « Il se pourrait, » dit-il, « que, durant la grande catastrophe, les parties continentales eussent, par suite d'un affaissement, été transformées en mer; et que, par l'effet d'un soulèvement, les mers se fussent trouvées changées en continents ; de même aussi, » ajoute-t-il, « il serait fort possible que, durant l'intervalle compris entre la Création et le Déluge, des corps marins eussent été ensevelis sous l'Océan, dans des sédiments (*). » Après cet énoncé, vient une dissertation sur la séparation de la terre et des eaux mentionnée dans la Genèse,—opération durant laquelle il est dit que certaines parties de l'écorce terrestre furent repoussées en dehors et d'autres en dedans, etc. La théorie diluvienne de Hooke ressemblait beaucoup à celle de Sténon, et était entièrement opposée aux principes fondamentaux qu'il professait, ainsi qu'à la prétention qu'il avait d'expliquer les révolutions anciennes du globe *d'une manière plus naturelle* qu'on ne l'avait fait encore. Aussi, lorsqu'en dépit de ce dont il s'était vanté à ce sujet, il se vit obligé de recourir à une ancienne « crise de la Nature, » et qu'il se mit à vouloir prouver, non-seulement que les tremblements de terre étaient devenus moins intenses, mais qu'en ou-

(*) OEuvres posth., p. 410.

tre, les Alpes, les Andes et diverses autres chaînes avaient été soulevées dans l'espace de quelques mois, il fut forcé d'admettre une si grande rapidité dans les changements auxquels il faisait allusion, que son système ne parut guère moins extravagant qu'aucun des plus bizarres de tous ceux qu'avaient enfantés ses prédécesseurs. C'est à cela, sans doute, qu'il faut attribuer l'indifférence non méritée avec laquelle fut accueillie sa théorie des tremblements de terre.

Ray, 1692. — Ray, naturaliste célèbre et contemporain de Hooke, eut aussi le désir d'expliquer les phénomènes géogéniques par des causes moins hypothétiques que celles auxquelles jusqu'alors on avait eu recours (*). Son essai sur « le Chaos et la Création » renferme un système qui, dans son ensemble aussi bien que dans plusieurs de ses détails, s'accorde avec celui de Hooke, dont il ne diffère que sous le rapport de la lucidité avec laquelle les connaissances de Ray en histoire naturelle, et diverses observations originales, le mirent à même d'en faire l'exposition. Il donna à en-

(*) Les discours physico-théologiques de Ray parurent peu après le grand ouvrage de Hooke sur les tremblements de terre. Ray parle de Hooke comme d'un homme « qu'il honorait tout particulièrement pour son savoir et les connaissances profondes qu'il possédait à l'égard des mystères de la Nature. » — *On the Deluge*, chap. IV.

tendre que les tremblements de terre pourraient fort bien avoir été les causes secondaires employées lors de la Création, à produire la séparation de la terre et des eaux, et à opérer la réunion des eaux en un seul et même lieu. Comme Hooke, il cite le tremblement de terre de 1646, qui, sur une étendue de plusieurs centaines de lieues, avait ébranlé violemment la chaîne des Andes, et y avait occasionné beaucoup d'altérations. Ray aima mieux admettre, comme cause du déluge, un changement dans le centre de gravité de notre planète, que de faire intervenir les tremblements de terre dans cet événement. Ces mots: « la rupture des sources du grand abîme, » lui semblaient indiquer que quelque cause inconnue pouvait avoir fait jaillir à l'extérieur les eaux souterraines.

Parmi les écrivains anglais, Ray fut un des premiers qui s'étendirent sur les effets de l'eau courante à la surface du globe, et de l'empiètement de la mer sur les rivages. L'action de ces causes lui semblait tellement importante, qu'il les considérait comme une indication de la tendance de notre système vers sa destruction finale; et il s'étonnait de ce que, vu l'immense quantité de matières entraînées par les rivières, ou arrachées par la mer aux falaises, la terre ne marchât pas plus rapidement vers un état de submersion générale sous les eaux de l'Océan. Les écrits de Ray nous font voir que la détérioration graduelle de notre

système et sa destruction future par le feu, constituaient pour les orthodoxes un article de foi tout aussi rigoureux que l'était à leurs yeux l'origine récente de notre planète. Ses discours, comme ceux de Hooke, sont d'un très-grand intérêt, sous ce rapport surtout, qu'ils attestent le mélange d'idées relatives tout à la fois à la physique et à la théologie, qui régnaient dans l'esprit des philosophes contemporains de Newton. En renonçant à son avancement dans l'Église, plutôt que de prêter contre les Presbytériens un serment qu'aurait désapprouvé sa conscience, Ray donna une preuve non équivoque de la droiture de ses principes. D'un autre côté, comme sa réputation dans le monde savant le plaçait trop haut pour que le désir de se rendre populaire pût l'engager à s'asservir au goût physico-théologique de son siècle, on est tout étonné de rencontrer dans ses essais sur la physique un si grand nombre de citations des Pères de l'Église et des Prophètes; de le voir, cherchant, dans une page, à expliquer les anciennes révolutions du globe, à l'aide des plus strictes règles de l'induction; et traitant gravement, dans la page suivante, la question de savoir si le soleil, les étoiles et le ciel tout entier participeront à l'anéantissement de la terre, quand viendra le moment de la grande conflagration.

Woodward, 1695. Parmi les contemporains de

Hooke et de Ray, Woodward, professeur de médecine, fut celui dont les connaissances sur la structure de l'écorce terrestre acquirent le plus d'extension. Il se livra avec un soin tout particulier à l'examen de plusieurs parties des couches britanniques; et la collection méthodique d'échantillons qu'il légua à l'Université de Cambridge, où elle existe encore dans l'ordre où il l'arrangea lui-même, montre le pas immense qu'il fit faire à la science, quant à la manière de déterminer l'ordre de superposition des strates. D'après le grand nombre de faits recueillis par Woodward, il était permis d'attendre de sa part des idées théoriques plus vastes et plus rationnelles que celles de ses contemporains; mais son désir extrême de faire concorder tous les phénomènes observés avec les récits sacrés de la Création et du Déluge, l'empêcha de répondre à ce qu'on était en droit d'espérer de lui, et le conduisit aux résultats les plus erronés. Il pensait qu'au temps du Déluge, « tout le globe terrestre avait été en quelque sorte broyé et dissous, et que les couches qui s'étaient formées ensuite, provenaient de cette masse confuse d'où elles s'étaient dégagées à la manière dont un sédiment terreux quelconque, tenu en dissolution dans un liquide, se sépare de ce liquide (*).»

(*) Essay towards a Natural History of the Earth, 1695. Preface. (Essai sur l'Histoire Naturelle de la Terre, Préface.)

A l'appui de cette opinion, il alléguait que « les corps marins occupent dans les couches terrestres des positions analogues à leur degré de pesanteur; c'est-à-dire, que les coquilles les plus lourdes se trouvent dans la pierre, les plus légères dans la craie, et ainsi de suite (*).» Aussitôt que cette proposition fut émise, Ray s'empressa d'en démontrer la fausseté, en prouvant que souvent des corps fossiles, tant lourds que légers, « se rencontrent ensemble dans la même couche. » Il alla même jusqu'à dire, chose bien forte de la part d'un contemporain, que Woodward « avait probablement inventé les phénomènes dont il parlait, tout exprès pour étayer son hypothèse hardie et bizarre (**). »

Burnet, 1690. — Ce fut vers le même temps que Burnet publia sa « Théorie de la Terre » (***), dont le titre, « Théorie Sacrée de la Terre, contenant le récit de l'origine du globe, et de tous les changements généraux qu'il a déjà subis, ou doit subir encore jusqu'à la consommation de toutes choses, » offre une empreinte exacte du caractère de l'époque. C'est tout au

(*) Essay towards a Natural history of the Earth, 1695. Preface.

(**) Consequences of the Deluge (Conséquences du Déluge), p. 165.

(***) La première publication de cet ouvrage, qui fut faite en latin, date de 1680-1690.

plus si Milton lui-même, en peignant dans son poëme les scènes de la Création, du Déluge, du Paradis et du Chaos, avait osé donner un aussi libre essor à son imagination. Burnet expliqua pourquoi la terre primitive jouit avant le déluge d'un printemps perpétuel. Il démontra comment la croûte du globe, à force d'avoir été sillonnée de fissures par « les rayons du soleil, » finit par éclater; et comment, par suite de cette rupture, les eaux diluviennes parvinrent à s'échapper de l'abîme central supposé qui les renfermait. Burnet était en trop bonne voie d'explication pour s'en tenir là; aussi, non content d'avoir interprété le passé, il voulut encore prédire l'avenir. A cet effet, il exhuma des livres des auteurs sacrés, et même de plusieurs autorités païennes, certaines notions prophétiques relatives aux révolutions futures du globe; fit la plus terrible peinture de la conflagration générale, et prouva qu'un nouveau ciel et une nouvelle terre sortiraient d'un *second chaos*, — après quoi viendrait le bienheureux millénaire.

Il est, je pense, nécessaire d'avertir le lecteur que, suivant l'opinion de plusieurs écrivains recommandables de ce siècle, le texte de l'Écriture-Sainte donnait tout lieu de présumer que le jardin, où, lors de la Création, furent placés nos premiers parents, n'était pas situé sur la terre, mais au-dessus des nuages, dans la région moyenne de l'espace qui sépare la lune

de notre planète. Burnet aborda ce sujet avec une gravité vraiment comique. Il accordait volontiers que le paradis n'eût jamais été situé en Mésopotamie, mais il n'admettait pas qu'il eût été placé ailleurs que sur la terre, et voulait que ce fût dans l'hémisphère sud, et près de l'équateur. Butler s'empara de cette conception bizarre, et en fit un des plus plaisants épisodes de sa satire, dans laquelle, passant en revue les nombreuses connaissances d'Hudibras, il dit :

« He knew the seat of Paradise,
Could tell in what degree it lies;
And, as he was disposed, could prove it
Below the moon, or else above it. » (*)

Cependant le même monarque qui passe pour ne s'être jamais endormi sans avoir le poëme de Butler sous son oreiller, s'était déclaré le patron du livre de Burnet, pour lequel il avait une prédilection si grande, qu'il en ordonna la traduction du latin en anglais. Outre que, sous le rapport du style, la « Théorie Sacrée » pût être considérée comme une œuvre éloquente,

(*) « Il connaissait la longitude,
Aussi bien que la latitude
Du Paradis, et le plaçait,
Selon l'humeur dont il était,
Dessous, ou par-dessus la lune. »
HUDIBRAS, de BUTLER, Chant I.

l'ouvrage, quant au fond, annonçait une puissance d'imagination vraiment peu ordinaire. C'était, comme l'a dit Buffon, un très-beau roman historique. Mais ce jugement, tout équitable qu'il est, ne s'accorde guère avec celui qu'on en portait du temps de l'auteur. A cette époque, on le regardait comme un ouvrage scientifique profond, dont Steele parlait avec admiration dans le « Spectateur, » en même temps qu'Addison en faisait le plus pompeux éloge dans une ode latine. Vers la fin même du siècle dernier, Warton, dans son « Essai sur Pope, » ne craignit pas d'avancer que Burnet joignait à une grande puissance d'imagination le don précieux du *jugement*.

Whiston, 1696. — Une autre production de la même école, et qui se trouve également empreinte du caractère de l'époque, est la « Nouvelle Théorie de la Terre » par Whiston. Dans cet ouvrage, l'auteur a cherché à prouver, ainsi que l'indique le titre très-détaillé de son livre, que les grands événements de la Création du Monde en six jours, du Déluge Universel, et de la Destruction Générale par le feu, tels qu'ils sont décrits dans les Saintes-Écritures, sont parfaitement d'accord avec la raison et la philosophie. Whiston fut d'abord partisan de Burnet; mais sa croyance à l'infaillibilité de cet écrivain se trouva fortement ébranlée par l'opinion émise par Newton, savoir, qu'en astronomie

tout portait à révoquer en doute que l'inclinaison de l'axe de la terre eût jamais éprouvé le moindre changement. Or, ce changement constituait un des principaux dogmes du système de Burnet, qui l'avait emprunté d'un Italien nommé Alessandro degli Alessandri. Celui-ci s'en était servi vers le commencement du quinzième siècle, pour expliquer l'ancienne occupation des continents actuels par la mer. Depuis, les arguments de La Place sont encore venus s'ajouter à ceux de Newton, contre la probabilité d'aucune révolution ancienne de ce genre.

Le souvenir de la fameuse comète de 1680 était encore présent à tous les esprits, quand Whiston commença à se livrer à ses études cosmologiques. La principale nouveauté de son système consistait dans la cause qu'il assignait au déluge, — lequel, selon lui, devait être attribué au passage d'une comète dans le voisinage très-rapproché du globe terrestre. Après avoir ainsi déterminé la cause de l'augmentation des eaux à la surface de la terre, il adopta l'hypothèse de Woodward, et soutint comme lui, que tous les dépôts stratifiés étaient le résultat du « sédiment chaotique du déluge. » Whiston fut un des premiers qui se risquèrent à proposer d'interpréter le texte de la Genèse autrement qu'il ne l'avait été jusqu'alors, afin que la doctrine qui enseignait que la terre avait existé longtemps avant la création de l'homme, cessât d'être re-

gardée comme hétérodoxe. Il eut l'art de répandre un air de probabilité sur les parties les plus invraisemblables de sa théorie, et sembla ne vouloir procéder à l'établissement de ses diverses propositions qu'avec la plus grande réserve, et à l'aide seulement de démonstrations mathématiques. Dans un discours qu'il fit à la louange de la Théorie de Whiston, Locke insista particulièrement sur le mérite des explications qu'il avait su donner de tant de choses merveilleuses, qui, jusqu'à lui, étaient restées inexplicables. Son livre fut, ainsi que celui de Burnet, critiqué et réfuté par Keill (*). De même que tous ceux qui, pour rendre compte des phénomènes naturels, proposèrent des causes purement hypothétiques, Whiston retarda la marche de la vérité, en détournant les esprits de la recherche des lois de nature sublunaire, et en les engageant dans de vaines spéculations, tant sur le pouvoir qu'il attribuait aux comètes de déplacer les eaux de l'Océan pour les répandre sur la terre que sur la résolution en eau des vapeurs de leurs queues, et sur plusieurs autres sujets de même valeur.

Hutchinson, 1724. — John Hutchinson, qui avait été employé par Woodward à faire sa collection de

(*) An examination of Dr Burnet's Theory (Examen de la Théorie de Burnet), etc. 2d. ed. 1734.

fossiles, publia, en 1724, la première partie de ses « Principes de Moïse, » dans laquelle il ridiculisa l'hypothèse de Woodward. Accoutumés à déclamer hautement contre la science humaine, Hutchinson et ses nombreux partisans soutinrent que les livres des Hébreux, fidèlement traduits, présentaient un système complet de philosophie naturelle. On conçoit aisément qu'avec de telles idées ils dussent avoir plus d'une objection à faire à la théorie de Newton sur la gravitation.

Celsius. — Ce fut à peu près vers cette même époque qu'Andrea Celsius, astronome suédois, publia ses remarques sur la diminution et l'abaissement graduels des eaux de la Baltique; sujet sur lequel j'aurai occasion de revenir plus longuement dans le courant de cet ouvrage.

Scheuchzer, 1708. — Dans le même temps, Scheuchzer, en Allemagne, s'efforçait de prouver dans un ouvrage intitulé : « Complainte des Poissons » (1708), que la terre avait été remodelée une seconde fois au Déluge. En 1732, Pluche soutint aussi la même thèse; mais en 1753, d'Holbach, après avoir examiné les différents essais tentés pour rapporter au déluge de Noé toutes les formations anciennes, démontra l'insuffisance de cette cause.

Géologues italiens. — Vallisneri. — Je reviens avec plaisir aux géologues d'Italie, qui, après avoir précédé, ainsi qu'on l'a déjà vu, les naturalistes des autres pays, dans leurs recherches sur l'histoire ancienne de la terre, conservaient encore sur eux, à l'époque à laquelle nous voici arrivés, une prééminence marquée. Ils réfutèrent et tournèrent en ridicule les systèmes physico-théologiques de Burnet, de Whiston et de Woodward (*). Vallisneri (**), entre autres, fit remarquer dans ses commentaires sur la théorie Woodwardienne, combien les intérêts de la religion, aussi bien que ceux de la saine philosophie, avaient souffert du mélange continuel des Saintes-Écritures avec des questions relatives à la physique. Les ouvrages de cet auteur sont remplis d'observations originales. C'est à lui que la science est redevable de la première esquisse générale des dépôts marins de l'Italie, de leur étendue géographique, et des débris organiques les plus caractéristiques qu'ils renferment. Dans son traité intitulé « De l'Origine des Sources, » il démontre leur rapport avec l'ordre des

(*) Ramazzini alla jusqu'à dire que Burnet avait, en grande partie, emprunté ses idées à un dialogue d'un certain Patrizio; mais Brocchi, après avoir lu ce dialogue, assure qu'il n'y a rien, pour ainsi dire, d'analogue entre les systèmes de ces deux écrivains, si ce n'est la bizarrerie qui les caractérise.

(**) Dei Corpi Marini, Lettere critiche, etc. 1721.

couches, et souvent même avec les dislocations de ces couches, et se livre à une dissertation philosophique contre les opinions de ceux qui regardaient l'état confus de l'écorce terrestre comme un signe manifeste de la colère de Dieu excitée par la malice des hommes. Dans son chapitre préliminaire, il se vit obligé de soutenir contre saint Jérôme, et contre quatre autres des principaux traducteurs de la Bible, sans compter plusieurs professeurs de théologie, « que les sources ne venaient pas de la mer en passant par des siphons souterrains et des cavités, et en perdant leur salure en chemin, » cette théorie n'ayant d'autre soutien que le témoignage soi-disant infaillible des Saintes-Écritures sur lequel avaient un peu trop compté ceux qui l'avaient imaginée.

Quelque répugnance qu'il eût à généraliser les données résultant des riches matériaux recueillis dans ses voyages, Vallisneri avait été si vivement frappé de la continuité remarquable des couches marines les plus récentes qui s'étendent d'une extrémité à l'autre de l'Italie, qu'il en était venu à conclure que jadis l'Océan avait couvert la surface entière du globe, et, qu'après y avoir longtemps séjourné, il avait fini par s'en retirer peu à peu. Cette opinion, quelque insoutenable qu'elle fût, était pourtant bien moins déraisonnable que la théorie diluvienne de Woodward, que Vallisneri, et après

lui, tous les géologues toscans, combattirent de tout leur pouvoir, en opposition aux membres de l'Institut de Bologne, qui mirent un zèle extrême à la soutenir (*).

Parmi les autres écrivains de cette même époque, nous citerons d'abord Spada, prêtre de Grezzana, qui, en 1737, essaya de prouver que les corps marins pétrifiés qu'on avait découverts dans le voisinage de Vérone, n'étaient pas d'origine diluvienne (**); puis Matani, qui tira une conséquence semblable des coquilles trouvées à Volterra, et en divers autres lieux; et, enfin, Costantini qui, d'un autre côté, entreprit de soutenir la vérité du Déluge, et de prouver que l'Italie avait été peuplée par les enfants de Japhet (***). On doit à cet auteur d'assez bonnes observations sur la vallée de la Brenta et plusieurs autres localités.

Moro, 1740. — Lazzaro Moro, dans son ouvrage publié en 1740, et ayant pour titre : « Sur les Corps Marins que l'on trouve dans les Montagnes (****), » essaya d'appliquer aux phénomènes géologiques décrits par Vallisneri, la théorie des tremblements de terre,

(*) Brocchi, p. 28.

(**) Ibid., p. 33.

(***) Ibid., p. 37.

(****) Sui Crostacei ed altri Corpi Marini che si trovano sui Monti

telle qu'elle avait été exposée par Strabon, Pline et différents autres auteurs anciens qui lui étaient familiers (*). Un phénomène remarquable qui eut lieu de son temps, et que Vallisneri avait également signalé dans ses lettres, éveilla son attention sur le pouvoir de soulèvement des forces souterraines. En 1707, une île nouvelle jaillit aux environs de Santorin, dans une partie très-profonde de la Méditerranée. Cette île qui d'abord n'était, pour ainsi dire, qu'un point, grandit si rapidement, qu'en moins d'un mois elle se trouva avoir un demi-mille (la sixième partie d'une lieue) de circonférence, et vingt-cinq pieds (7m 6) environ, d'élévation au-dessus de la marque de la haute mer. Bientôt après, elle fut couverte de déjections volcaniques; mais dans le principe c'était un rocher de couleur blanche, à la surface duquel adhéraient des huîtres et des crustacés vivants. Moro, dans la vue de ridiculiser les diverses théories alors en vogue, supposa très-ingénieusement, l'arrivée, dans

(*) Bien qu'un grand nombre des idées de Moro se rapportent à celles de Hooke et de Ray, il est à présumer pourtant qu'il n'eut pas connaissance des ouvrages de ces deux auteurs, par la raison qu'ils n'avaient pas été traduits, et qu'il y a lieu de supposer que Moro ne savait pas l'anglais. On remarque, en effet, qu'indépendamment de ce qu'il ne cite jamais ni Hooke ni Ray, il renvoie toujours, pour ses citations de Burnet, à l'édition latine, et pour celles de Woodward, à l'édition française.

cette île, de plusieurs naturalistes ignorant son origine récente. L'un, aussitôt, en appelle aux coquilles marines, comme preuve du déluge universel; un autre soutient que ces coquilles attestent l'ancien séjour de la mer sur les montagnes; un troisième prétend qu'elles ne sont autre chose que de simples *jeux de la nature*; tandis qu'un quatrième, enfin, affirme qu'elles ont pris naissance et qu'elles ont vécu dans quelque ancienne caverne du roc constituant l'île, où l'eau salée se trouvait introduite sous forme de vapeur, par l'action de la chaleur souterraine.

Moro donna la preuve d'un très-bon jugement en faisant intervenir, à l'appui de sa théorie du soulèvement des continents par des mouvements souterrains, les *failles* et les dislocations de couches observées par Vallisneri dans les Alpes ainsi que dans diverses autres chaînes, et décrites par ce naturaliste lui-même. Il opposa aux hypothèses de Burnet et de Woodward plusieurs objections fondées sur des raisonnements aussi judicieux que solides; mais, d'un autre côté, il tint si peu de compte de la protestation de Vallisneri, qu'il alla jusqu'à essayer de faire coordonner chaque partie de son propre système avec le récit biblique de la création. Le troisième jour, dit-il, le globe fut couvert, sur toute son étendue, d'une couche d'eau douce, ayant partout la même profondeur; et quand il plut à l'Être Suprême de faire apparaître les continents, la surface

unie et régulière de la terre, composée de roches primitives, se brisa par l'effet d'explosions volcaniques. Ces roches, en s'élevant au-dessus du niveau des eaux, formèrent des masses montagneuses dont les fissures livrèrent passage aux métaux en fusion et aux sels que renfermait l'intérieur du globe. Peu à peu, les exhalaisons volcaniques communiquèrent aux mers leur salure; et à mesure que ces parties liquides de la surface terrestre perdirent de leur étendue, elles augmentèrent de profondeur. Le sable et les cendres vomis par les volcans furent régulièrement disposés sur le fond de l'Océan, et formèrent les couches secondaires qui, à leur tour, furent soulevées par des tremblements de terre. Il est inutile de suivre cet auteur dans tous les détails où il entre sur le mode de création employé les jours suivants, à l'égard des végétaux et des animaux; nous nous bornerons simplement à faire remarquer qu'un très-petit nombre des théories cosmologiques anciennes avaient su ménager aussi bien les idées reçues.

Illustration de la théorie de Moro par Generelli, 1749. — Moro eut cela de commun avec Hutton, qui plus tard soutint quelques-uns des mêmes principes, que l'extrême prolixité de son style lui rendit le secours d'un commentateur nécessaire pour mettre ses idées en lumière. Tous deux, à cet égard, furent éga-

lement bien partagés; car, si le géologue écossais dut s'estimer heureux d'avoir Playfair pour avocat, Moro ne le fut pas moins lorsque, neuf ans après la publication de sa théorie, Cirillo Generelli, un de ses plus ardents admirateurs, se chargea d'en faire l'exposition dans une des séances de l'Académie de Crémone. Ce savant frère carme ne se piquait pas d'avoir observé par lui-même, mais il avait assez étudié pour être parfaitement en état de soutenir les opinions de Moro, à l'aide d'arguments tirés d'autres auteurs. Le choix qu'il nous a laissé des doctrines les mieux établies de son temps est si judicieux, que nous pensons faire plaisir au lecteur en lui en présentant ici l'analyse succincte; elle le mettra à même de juger quel était en Europe, et principalement en Italie, l'état de la géologie vers le milieu du siècle dernier.

Les productions marines que l'on rencontre à chaque pas dans les montagnes sont, dit-il, des monuments que la terre a soigneusement conservés dans son sein pour rendre témoignage de certains événements passés. D'après les réflexions de Moro, il est presque impossible de ne pas être persuadé que la présence de ces corps dans les montagnes soit due à d'anciens tremblements de terre, qui auraient changé de vastes étendues de mer en continents, et des terres habitées en mers. Cependant, comme ici plus qu'en aucune autre partie des sciences physiques, l'expérience

et l'observation sont indispensables, nous devons nous hâter d'appeler les faits à notre aide. En quelque part qu'on ait creusé la terre, on a toujours trouvé qu'elle était composée de diverses couches ou terrains superposés les uns aux autres, et consistant, les uns en sable, les autres en roc, en craie, en marne, en houille, en pierre-ponce, en gypse, en chaux, et en diverses autres substances. Quelquefois, ces matières sont pures, mais quelquefois aussi elles sont mélangées d'une manière confuse. Souvent elles renferment des squelettes de poissons marins, et plus souvent encore des coquilles, des crustacés, des coraux, des plantes, etc. Ce n'est pas, au reste, en Italie seulement que les choses se passent de la sorte : il en est de même en France, en Allemagne, en Angleterre, en Afrique, en Asie et en Amérique; dans les couches les plus éloignées de la surface terrestre, aussi bien que dans celles qui en sont le plus près; sur les montagnes comme dans les mines les plus profondes; et dans le voisinage de la mer ainsi qu'à plusieurs centaines de milles de ses bords. Woodward a supposé que ces corps marins se rencontrent partout, sans exception; mais Vallisneri et Marsilli ont affirmé qu'il existe des roches dans lesquelles il ne s'en trouve aucun. Les débris des animaux fossiles consistent principalement dans les parties les plus solides de ces animaux, et tout porte à croire que les couches

les plus dures ont dû être molles au moment où de tels corps y ont pénétré. On rencontre aussi dans certaines strates des productions végétales à divers états de maturité, ce qui prouve qu'elles y ont été déposées dans des saisons différentes. En Angleterre et ailleurs encore, on a trouvé, dans des couches superficielles qui n'avaient jamais été couvertes par la mer, des éléphants, des élans, et divers autres quadrupèdes terrestres. Quoique les alternances de couches marines et de couches renfermant des productions terrestres et marécageuses soient rares, il s'en présente cependant quelquefois. Les animaux marins sont disposés en groupes distincts dans les couches souterraines, avec un ordre admirable; ici les huîtres, là les dentales ou les coraux, etc., arrangement dont, suivant Marsilli, les côtes de l'Adriatique offrent aujourd'hui l'exemple (*). Mais il nous faut abandonner la doctrine, jadis si populaire, qui refuse d'admettre que les corps organisés fossiles doivent leur origine à des êtres vivants, de même qu'il nous faut renoncer aussi à expliquer la position actuelle de ces mêmes fossiles, soit par l'ancienne théorie de Strabon, soit par celle de Leibnitz, soit, enfin, par le déluge universel, tel qu'il a été expliqué par Woodward et plusieurs autres : « Il ne serait pas rai-

(*) Saggio fisico intorno alla Storia del Mare, part. I, p. 24.

sonnable non plus, » dit Generelli, « de mettre en jeu la Divinité au gré de nos caprices, et de lui faire faire des miracles pour le seul plaisir de confirmer nos hypothèses prématurées. » — « Très-savants académiciens! » ajoute-t-il encore, « j'ai en horreur tous ces systèmes qui, bâtis en l'air, ne peuvent se soutenir sans miracle, et je vais essayer, avec l'assistance de Moro, de vous expliquer comment ces animaux marins ont été transportés par des causes naturelles dans les montagnes (*). »

Après cela, vient l'analyse succincte de la théorie de Moro, à l'aide de laquelle Generelli assure qu'on peut rendre compte de tous les phénomènes, comme Vallisneri désirait si ardemment qu'on le fît, c'est-à-dire, « *sans violence*, *sans fictions*, *sans hypothèses*, *sans miracles* (**). » Le carme s'applique ensuite à combattre une objection très-rationnelle que l'on faisait au système de Moro, considéré comme moyen propre à expliquer *d'une manière naturelle* les révolutions de la terre. S'il est vrai, disait-on, que jadis

(*) « Abbomino al sommo qualsivoglia sistema, che sia di pianta fabbricato in aria; massime quando è tale, che non possa sostenersi senza un miracolo, » etc. De' Crostacei e di altre Produz. del Mare, etc. 1749.

(**) « Senza violenze, senza finzioni, senza supposti, senza miracoli. » De' Crostacei e di altre Produz. del Mare, etc., 1749.

les tremblements de terre aient été les agents d'aussi grands changements que ceux que Moro leur attribue, comment se fait-il que, depuis les temps historiques, leurs effets aient été si peu considérables? Cette même difficulté s'était, comme on sait, présentée à Hooke un demi-siècle auparavant, et l'avait obligé de recourir à une ancienne « crise de la nature. » Toutefois, Generelli défendit sa position en faisant remarquer combien, dans l'espace de ces six mille dernières années, les récits d'irruptions, de tremblements de terre, d'îles nouvelles, de soulèvements et d'affaissements de terrains avaient été nombreux; et cela, sans compter ceux de ces événements qui étaient restés inattestés et dans l'oubli, et dont le nombre devait être bien plus considérable encore que celui des premiers. Il en appela aussi au témoignage de Vallisneri, pour prouver qu'il n'existait que très-peu de masses minérales renfermant des coquilles, comparativement aux roches dépourvues de débris organiques; et il pensait, en outre, que ces dernières pouvaient avoir été créées, *à l'origine*, telles qu'on les voit aujourd'hui.

Generelli décrit ensuite la dégradation des montagnes et des continents à laquelle l'action des rivières et des torrents donne lieu incessamment, et finit par les considérations suivantes : « Serait-il possible, » dit-il, « que cette dégradation se fût continuée pendant

six mille ans, et bien plus encore, *peut-être*, et que les montagnes fussent restées aussi grandes qu'elles le sont à l'époque actuelle, si leurs pertes n'eussent été réparées? D'un autre côté, peut-on raisonnablement supposer que l'auteur de la Nature ait réglé le monde suivant des lois telles que la partie solide de la terre aille toujours en diminuant, jusqu'à ce qu'enfin elle se trouve entièrement submergée par les eaux? Et quel est l'esprit rationnel qui consentirait à admettre qu'au milieu de tant d'objets créés, les montagnes seules diminuent journellement de nombre et de volume, sans que leurs pertes soient jamais compensées? Cela serait tellement contraire à l'ordre de la Providence qui règne et se manifeste d'une manière si sensible dans toutes les autres créations, que l'on ne peut vraiment s'empêcher d'attribuer à la même cause qui, dans l'origine des temps, fit sortir les montagnes de l'abîme, la production de celles qui depuis sont venues successivement réparer les pertes que les premières ont pu éprouver, soit par suite d'affaissement ou de brisement, soit par l'effet de tout autre genre d'altération. Cela une fois admis, on comprendra aisément pourquoi, sur tant de montagnes, il se trouve un si grand nombre de crustacés et d'autres animaux marins. »

Dans l'extrait que je viens de donner des travaux de Generelli, non-seulement j'ai fait l'énumération la

plus scrupuleuse des faits et des opinions que l'observation a confirmés récemment, mais de plus, et tout en ayant soin de passer sous silence ce qui, depuis cet auteur, a été reconnu comme étant inexact, j'ai présenté l'analyse fidèle du traité tout entier, à la seule exception de l'hypothèse de Moro, que Generelli adopta avec tout ce qu'elle a de bon et de défectueux. Maintenant il me reste à faire remarquer que bien que cet admirable essai embrasse le plus grand nombre des principes fondamentaux de la géologie, il ne fait nullement allusion à l'extinction de certaines classes d'animaux; — sujet sur lequel il est évident que, du temps de Generelli, aucune opinion n'était fermement établie en Italie. On concevra sans peine comment Lister et plusieurs autres naturalistes anglais avaient dû se déclarer depuis longtemps en faveur de la perte des espèces, tandis que Scilla et la plupart de ses compatriotes hésitaient encore à admettre cette extinction, si l'on considère que les musées italiens étaient remplis de coquilles fossiles appartenant à des espèces dont un très-grand nombre vivait alors dans la Méditerranée, et que les collecteurs anglais, au contraire, ne pouvaient retrouver aucune espèce récente dans les couches qui, à cette époque, étaient explorées chez eux.

Le côté le plus faible du système de Moro consistait dans la supposition que *toutes* les roches stratifiées

devaient leur origine à des éjections volcaniques, supposition dont ses adversaires, et Vito Amici particulièrement, prirent soin de faire ressortir l'absurdité (*). C'est au désir extrême qu'avait Moro de représenter la formation des roches secondaires, comme s'étant accomplie dans une période excessivement courte, et à l'aide seulement d'agents connus dans la Nature, qu'il faut attribuer l'erreur dans laquelle il tomba. L'opinion d'après laquelle on admet que les torrents, les rivières, les courants, les déluges partiels, et tous les divers genres d'action de l'eau courante ont eu jadis une énergie plusieurs milliers de fois plus grande qu'à présent, aurait, au temps de Moro, paru tellement absurde et incroyable, et aurait, en outre, exigé tant d'hypothèses violentes, que c'est pour cela sans doute, qu'il aima mieux faire intervenir les éjections volcaniques comme ayant produit les matières dont les couches se composent, que d'attribuer ces matières au transport effectué par l'eau courante. Cette préférence, d'ailleurs, s'explique encore par le peu de connaissances que nous possédons à l'égard des véritables causes des convulsions souterraines,—circonstance qui fait que la violence avec laquelle s'exerçaient autrefois ces convulsions peut être indéfiniment augmentée en théorie, sans qu'il y ait lieu de taxer

(*) Su i Testacei della Sicilia.

d'absurdes et de contradictoires toutes les conjectures qu'il est possible de faire à ce sujet.

Marsilli.—Marsilli, le même que celui dont Generelli a mentionné l'ouvrage, se livra à des recherches intéressantes sur le fond de l'Adriatique. Il fut conduit à ce genre d'observations parce qu'il avait remarqué dans le territoire de Parme, que les coquilles fossiles n'étaient pas dispersées au hasard dans les roches, mais qu'elles y étaient, au contraire, disposées avec un ordre parfait, suivant certains genres et certaines espèces. C'est, du reste, ce qu'avaient observé avant lui Spada, près de Vérone, et Schiavo, en Sicile.

Vitaliano Donati, 1750.—Dans la vue de répandre un nouveau jour sur ces questions, Vitaliano Donati entreprit des recherches du même genre, mais plus étendues que celles dont s'était occupé Marsilli. Ces recherches, qui eurent lieu aussi dans l'Adriatique, lui firent découvrir, à l'aide de sondages souvent répétés, que des dépôts de sable, de marne, et des incrustations tuffacées, parfaitement analogues à ceux des collines Subapennines, étaient en voie de s'accumuler dans cette mer. Il déclara que certaines régions sous-marines étaient totalement dépourvues de coquilles, tandis que d'autres, au contraire, en pos-

sédaient un plus ou moins grand nombre, telles surtout que les genres Arca, Pecten, Venus, Murex et quelques autres, qui y vivaient réunies en familles. Il affirma aussi avoir trouvé, dans diverses localités, une masse formée de coraux, de coquilles et de diverses espèces de crustacés mêlés confusément avec de la terre, du sable et du gravier. A un pied (trois décimètres environ), ou plus, de profondeur, les substances organiques étaient complétement pétrifiées et réduites à l'état de marbre; à moins d'un pied de la surface, elles approchaient davantage de leur état naturel, et à la surface, enfin, elles étaient vivantes, ou du moins dans un très-bon état de conservation quand elles avaient cessé de vivre.

Baldassari.—Baldassari, naturaliste contemporain de Buffon et de Donati, prouva que les débris organiques des marnes tertiaires du territoire de Sienne étaient groupés par familles, d'une manière exactement semblable à celle à laquelle ce dernier avait fait allusion.

Buffon, 1749.—Ce fut dans son Histoire Naturelle, publiée en 1749, que Buffon fit connaître pour la première fois ses idées théoriques sur les révolutions anciennes du globe. Il adopta tout à la fois l'hypothèse d'un noyau primitif igné, et celle de l'océan universel

de Leibnitz. Les plus hautes montagnes, dit-il, furent jadis recouvertes par cette enveloppe aqueuse; puis, les courants marins, exerçant une action très-violente, creusèrent des vallées sous-marines profondes, et formèrent des couches horizontales, en entraînant de certains lieux des matières solides, pour les déposer ailleurs. La retraite d'une partie des eaux de l'Océan, dans des cavernes souterraines, occasionna la dépression de son niveau, et, par suite, la mise à sec de quelques portions de terre. Buffon ne semble pas avoir profité, comme Leibnitz et Moro, des observations de Sténon; car, autrement, il n'eût certes jamais émis l'opinion que les couches étaient généralement horizontales, et que celles qui renferment des débris organiques n'avaient subi aucun bouleversement depuis l'époque de leur formation. Il était tellement convaincu de l'action puissante qu'exercent annuellement les rivières et les courants par le transport des matières terreuses, de niveaux élevés à des niveaux plus bas, qu'il allait jusqu'à entrevoir l'époque à laquelle cette cause occasionnerait la destruction générale des continents actuels. Quoique en géologie il n'eût point fait d'observations par lui-même, il dut à son génie de rendre son hypothèse attrayante, et sut, par l'éloquence de son style et la hardiesse de ses idées, éveiller la curiosité de ses compatriotes, et provoquer en eux un ardent désir d'investigation.

Peu après la publication de son Histoire Naturelle, dans laquelle était comprise sa « Théorie de la Terre, » il reçut une lettre officielle (en date de janvier, 1751) de la Sorbonne, ou Faculté de Théologie de Paris, qui lui donnait à savoir que quatorze propositions de ses ouvrages « avaient été trouvées répréhensibles et contraires à la foi de l'Église. » Le premier de ces passages incriminés, et le seul qui eût rapport à la géologie, était ainsi conçu : « Ce sont les eaux de la mer qui ont produit les montagnes et les vallées de la terre... ; ce sont les eaux du ciel qui, ramenant tout au niveau, rendront un jour cette terre à la mer, qui s'en emparera successivement, en laissant à découvert de nouveaux continents semblables à ceux que nous habitons. » Buffon fut invité par la Faculté, en termes très-courtois, à donner l'explication, ou plutôt à faire la rétractation de ses opinions hétérodoxes; ce à quoi ayant consenti, sa déclaration fut approuvée en assemblée générale, par la Faculté, qui l'engagea à la publier dans le premier ouvrage qu'il donnerait au public. Les premiers mots de ce document curieux étaient ceux-ci : — « Je déclare que je n'ai eu aucune intention de contredire le texte de l'Écriture; que je crois très-fermement tout ce qui y est rapporté sur la Création, soit pour l'ordre des temps, soit pour les circonstances des faits; et que *j'abandonne ce qui, dans mon livre, regarde la formation de la terre*, et, en gé-

néral, tout ce qui pourrait être contraire à la narration de Moïse (*). »

Le grand principe auquel Buffon fut appelé à renoncer consistait simplement dans cette donnée, savoir, « que les montagnes et les vallées actuelles de la terre sont dus à des causes secondaires; et que, par la suite des temps, ces mêmes causes détruiront tous les continents, collines et vallées, et en reproduiront d'autres semblables. » Or, quelque défectueuses que puissent être certaines idées de Buffon, sa doctrine de l'origine secondaire des continents actuels n'en reste pas moins aujourd'hui aussi fermement établie que la rotation de la terre autour de son axe. D'un autre côté, l'opinion qu'il émit que les parties du globe, maintenant à découvert, pourront un jour être envahies par les mers, s'accrédite de plus en plus, à mesure que l'expérience nous fait mieux apprécier les changements actuellement en voie de s'accomplir.

Targioni, 1751. — Dans un très-volumineux ouvrage intitulé « Voyages en Toscane, 1751 et 1754, » Targioni s'appliqua à achever l'esquisse de la géologie de cette région, commencée par Sténon, soixante ans auparavant. Malgré le défaut d'ordre et de concision

(*) Hist. Nat., tom. V, édition de l'Imprimerie Royale, Paris, 1769.

qui règne dans les mémoires de cet auteur, ils ne laissent pas, toutefois, d'offrir beaucoup d'intérêt, par suite du grand nombre d'observations exactes qu'ils renferment. D'un autre côté, bien que Targioni ne se soit pas beaucoup attaché aux vues générales, il s'est cependant occupé de l'origine des vallées, sujet à l'égard duquel il ne partageait pas l'opinion de Buffon, qui attribuait principalement cette origine aux courants sous-marins. Le naturaliste toscan s'efforça de prouver que toutes les vallées des Apennins, tant grandes que petites, avaient été creusées par des rivières et des inondations dues à la rupture des digues de certains lacs, après la retraite de l'océan. Il soutint aussi que les éléphants et les autres quadrupèdes que l'on rencontre si fréquemment dans les dépôts lacustres et alluviens de l'Italie, avaient habité cette contrée, et n'y avaient été transportés ni par Annibal, ni par les Romains, comme quelques-uns le prétendaient, non plus que par ce qu'il plaisait à d'autres d'appeler « une catastrophe de la Nature. »

Lehman, 1756. — En 1756, parut le traité de Lehman, minéralogiste allemand, et directeur des mines de Prusse, à qui on doit aussi une division des montagnes en trois classes. Dans la première il plaça celles qui, formées en même temps que le monde, étaient antérieures à la création des ani-

maux, et ne contenaient aucun fragment d'autres roches; dans la seconde, il réunit celles qu'il attribuait à la destruction partielle des roches primitives, occasionnée par une révolution générale; et dans la troisième classe, enfin, il rangea les montagnes qui devaient leur origine en partie à des révolutions locales, et en partie, au déluge de Noé.

L'auteur d'une traduction française de cet ouvrage, qui parut en 1759, exposa, dans sa préface, des idées extrêmement judicieuses sur l'action des tremblements de terre, ainsi que sur celle qui résulte des causes aqueuses (*).

Gesner, 1758. — A cette époque, Gesner, botaniste de Zurich, publia un excellent traité sur les pétrifications et sur les révolutions terrestres dont ces mêmes pétrifications rendent témoignage (**). Après une énumération détaillée des différentes classes de fossiles appartenant aux règnes animal et végétal, et des remarques sur les divers états de pétrification dans lesquels on les trouve, il se livre à des considérations ingénieuses sur les rapports de ces fossiles avec certains phénomènes géologiques; observant que les uns, tels que ceux d'OEningen, ressemblent aux testacés, aux

(*) Essai d'une Hist. Nat. des Couches de la Terre, 1759.

(**) John Gesner, publié à Leyde, en latin.

poissons et aux plantes qui vivent près du lieu de leur gisement (*); tandis que d'autres, comme les ammonites, les gryphites, les bélemnites, etc., appartiennent soit à des espèces inconnues, soit à des espèces qui ne se trouvent que dans l'océan Indien, ou dans quelque autre mer très-éloignée. Pour aider ses lecteurs à se faire une idée de la structure de la terre, il leur donne, d'après Varenius, Buffon et plusieurs autres naturalistes, la reproduction de diverses coupes obtenues en creusant des puits; il signale ensuite la différence qui existe entre les strates horizontales et les strates inclinées; et dans une dissertation sur les causes de cette différence, il fait allusion à l'examen du lit de l'Adriatique, auquel Donati s'était livré quelques années auparavant; il mentionne aussi le remblaiement des lacs et des mers par les sédiments; les dépôts de coquilles en voie de se former à l'époque actuelle; et plusieurs effets connus des tremblements de terre, tels que l'abaissement de certaines régions, ou le soulèvement du lit de la mer, — phénomène capable de donner naissance à des îles nouvelles, et de mettre à sec des couches renfermant des pétrifications. L'Océan, dit-il, abandonne ses rivages dans plusieurs contrées, comme sur les bords de la Baltique; mais là, par exemple, cette action s'est produite d'une ma-

(*) Part. II, chap. 9.

nière si lente durant les vingt derniers siècles qui se sont écoulés, qu'en supposant que les Apennins, dont les sommets sont couverts de coquilles marines, eussent été élevés dans la même proportion, il leur aurait fallu 80,000 ans pour atteindre leur hauteur actuelle. Or, dépassant de dix fois, au moins, l'âge du monde, un tel laps de temps nous obligerait à rapporter le phénomène en question à la simple volonté de Dieu, qui, suivant Moïse, ordonna « aux eaux de se réunir toutes en un même endroit, et aux continents de s'élever au-dessus du niveau des mers. » Gesner se servit des idées de Leibnitz pour expliquer la retraite de l'Océan primitif. Son essai annonce beaucoup d'érudition; et ses commentaires sur les auteurs italiens, allemands et anglais qui l'avaient précédé, décèlent autant de bonne foi que de discernement.

Arduino, 1759. — L'année suivante, Arduino (*), dans ses Mémoires sur les montagnes de Padoue, de Vicence et de Vérone, établit, d'après des observations originales, la distinction des diverses roches dont se compose la croûte du globe : il les divisa en primitives, secondaires et tertiaires, et prouva qu'une suite d'éruptions volcaniques sous-marines

(*) Giornale del Griselini, 1759.

avaient eu lieu dans les régions qui viennent d'être énoncées.

Michell.— En 1760, le Rev. John Michell, professeur de minéralogie à Cambridge, et zélé partisan de Woodward, publia, dans les Transactions Philosophiques, un Essai sur la Cause et les Phénomenes des Tremblements de terre (*). Son attention avait été attirée sur ce sujet par le violent tremblement de terre qui s'était fait sentir à Lisbonne en 1755. Il émit des idées originales et philosophiques sur la propagation des mouvements souterrains, et sur les cavernes et les fissures dans lesquelles on pouvait supposer que la vapeur était produite. En cherchant à prouver à quel point sa théorie était applicable à la structure du globe, il se trouva amené à décrire l'arrangement et le bouleversement des couches, l'hori-

(*) Voyez une esquisse de l'histoire de la géologie anglaise, insérée par le docteur Fitton dans la Revue d'Edimbourg, en février 1818, et rééditée à Londres et à Edimbourg, dans le Phil Mag., vol. I et II. 1832-33. Quelques-unes des observations de Michell anticipent d'une manière si remarquable sur les théories établies quarante années plus tard, que ses écrits auraient probablement fait époque dans la science, s'il eût continué à se livrer aux recherches qu'il avait entreprises; mais il n'exerça son professorat que pendant huit années, après quoi, ayant obtenu un bénéfice, tout porte à croire qu'il abandonna ses travaux scientifiques.

zontalité ordinaire qu'elles présentent dans les pays de plaines, et leur état convulsionné et fracturé dans le voisinage des chaînes de montagnes. Il expliqua aussi, avec une exactitude surprenante, les rapports qui existent entre les crêtes centrales de certaines roches anciennes, et les « bandes longues et étroites dont la composition terreuse, pierreuse et minéralogique est analogue à celle de ces crêtes, en même temps que leur direction est semblable. » Dans ses généralisations, qui résultent, en très-grande partie, de ce qu'il avait observé sur la structure géologique du Yorkshire, il laissa apparaître plusieurs idées nouvelles, que développèrent d'une manière plus complète d'autres naturalistes qui vinrent après lui.

Catcott, 1761. — Bien que les écrits de Michell fussent entièrement dégagés de toute espèce de considérations physico-théologiques, quelques-uns de ses contemporains n'en continuèrent pas moins encore à soutenir ou à combattre avec ardeur l'hypothèse de Woodward. Catcott, partisan de la doctrine de Hutchinson, et auteur d'un « Traité sur le Déluge, » publié en 1761, fit allusion à plusieurs des ouvrages écrits soit pour, soit contre cette hypothèse. Il s'appliqua particulièrement à réfuter l'explication des Saintes-Écritures, proposée par l'évêque Clayton, son contemporain. Ce prélat avait déclaré que le déluge « ne pou-

vait être considéré comme un fait rigoureusement vrai, si ce n'est pour le point du globe qu'habitait Noé avant ce grand événement. » Catcott insista sur l'universalité du déluge, d'après les traditions d'inondations mentionnées par des auteurs anciens ou par des voyageurs, comme ayant eu lieu dans les Indes-Orientales, en Chine, dans l'Amérique du Sud, et en divers autres pays. Cette partie de son livre n'est pas dépourvue de mérite, bien que pourtant on n'y voie guère de quel poids peuvent être, par rapport à l'argument de l'évêque, les traditions en question; car, même en les supposant authentiques, rien ne prouve que les catastrophes dont il y est fait mention aient eu lieu contemporainement; plusieurs d'entre elles, au contraire, sont très-positivement représentées par les auteurs anciens qui les citent, comme étant arrivées successivement.

Fortis.—Odoardi, 1761.—Les doctrines d'Arduino, dont nous avons parlé il y a quelques instants, furent confirmées plus tard par Fortis et Desmarest, sur les lieux mêmes où Arduino les avait puisées peu de temps auparavant. Ainsi que Baldassari, ces deux auteurs s'appliquèrent à compléter l'histoire des couches Subapennines. L'ouvrage d'Odoardi (*) renferme un ar-

(*) Su i Corpi Marini del Feltrino, 1761.

gument décisif en faveur de la différence d'âge qui caractérise les couches Apennines anciennes, et les formations Subapennines d'origine plus récente. L'auteur y reconnaît, en outre, que les couches dont se composent ces deux groupes sont *discordantes* entre elles, et il en conclut qu'elles doivent avoir été formées par des sédiments provenant de mers différentes, et à des époques très-éloignées les unes des autres.

Raspe. — En 1763, Raspe, savant hanovrien, publia, en latin, une histoire des îles nouvelles (*). Dans cet ouvrage, l'auteur réunit tous les récits authentiques des tremblements de terre qui avaient produit quelque changement permanent dans les parties solides du globe, et en fit une critique extrêmement judicieuse. Il passa en revue tous les meilleurs systèmes qu'avaient proposés au sujet de l'histoire ancienne de notre planète, soit les auteurs anciens, soit les écrivains modernes, et sut apprécier à leur juste valeur, d'une part, le mérite, et, de l'autre, les défauts dont n'étaient exemptes ni la doctrine de Hooke, ni celles de Ray, de Moro, de Buffon, et de

(*) Specimen historiæ naturalis globi terraquei, præcipue de Novis e Mari Natis Insulis. *Amstelodami*, 1765. Raspe fut aussi l'éditeur des « Œuvres philosophiques de Leibnitz. Amsterdam et Leipzig, 1765; » et l'auteur du Catalogue raisonné des Pierres fines de Tassie, ainsi que des « Voyages du baron Munchausen. »

plusieurs autres, témoignant, d'ailleurs, une grande admiration pour l'hypothèse de Hooke, et s'attachant à prouver que son explication de l'origine des couches était plus exacte que celle de Moro. Pour ce qui regarde les théories de ces deux auteurs, relativement aux effets des tremblements de terre, il reconnut qu'elles étaient d'accord en tous points. Bien que les idées de Raspe sur la structure géologique du globe, fussent peut-être moins hardies que celles de Michell, dont, au reste, il ne connaissait pas le Mémoire, il ne laissa pas, toutefois, d'ajouter quelques arguments à la théorie de Hooke, et de la rendre telle, disait-il, que l'auteur l'eût écrite lui-même, s'il fût venu plus tard. Quant aux périodes qui furent les témoins de tous les tremblements de terre auxquels nous devons l'élévation de diverses parties de nos continents et de nos îles, Raspe dit qu'il ne prétend pas en assigner la durée, et encore moins soutenir l'opinion avancée par Hooke à cet égard, savoir, que les convulsions souterraines s'étaient presque toutes manifestées durant le déluge de Noé. Il considère les indications apparentes de l'ancienne chaleur tropicale du climat de l'Europe, et les changements qui se sont opérés parmi les diverses espèces d'animaux et de plantes, comme deux des problèmes géologiques les plus obscurs et les plus difficiles à résoudre. A l'égard des îles qui, depuis les temps historiques ou tradition-

nels, sont sorties du sein de la mer, il déclare que quelques-unes d'entre elles sont formées de couches renfermant des débris organiques, et non, comme Buffon le prétendait, de matière volcanique seulement. Il termine son ouvrage en exhortant vivement les naturalistes à examiner avec le plus grand soin les îles qui s'étaient élevées, en 1707, dans l'Archipel grec, et, en 1720, dans les Açores, et à mettre à profit ces précieuses occasions d'étudier la Nature « dans son acte d'enfantement. » Raspe ne comprenait pas comment les écrits de Hooke avaient pu être négligés pendant plus d'un demi-siècle; mais ce qui a droit d'étonner plus encore, c'est que l'exposition brillante de la théorie de cet auteur, faite par Raspe lui-même, ait, à son tour, pendant plus d'un autre demi-siècle, excité aussi peu d'intérêt.

Fuchsel, 1762 et 1773. — Fuchsel, physicien allemand, publia, en 1762, une description géologique du pays compris entre le Thuringerwald et le Hartz, et un mémoire sur les environs de Rudelstadt (*); plus tard, en 1773, il fit paraître un ouvrage théorique sur l'histoire ancienne de la terre et de l'homme (**). Les

(*) Acta Academiæ Electoralis Maguntinæ, vol. II. Erfurt.

(**) Ces détails sur Fuchsel sont tirés d'une excellente analyse de ses Mémoires, due à M. Keferstein. Journ. de Géologie, tom. II. Oct. 1830.

connaissances de Fuchsel dépassèrent de beaucoup celles de Lehman, son prédécesseur. Il sut parfaitement distinguer, tant par leur position que par les fossiles qu'ils contenaient, plusieurs groupes de couches différents entre eux sous le rapport de l'âge, et correspondant aux formations secondaires actuellement reconnues par les géologues dans diverses parties de l'Allemagne. Il supposait que les continents européens étaient restés couverts par la mer jusqu'à la formation des couches marines que l'on désigne en Allemagne sous la dénomination de « muschelkalk, » et pensait que les plantes terrestres renfermées dans plusieurs dépôts de l'Europe, attestaient l'existence de la terre ferme dans le voisinage de l'ancienne mer, — circonstance d'où il était naturel de conclure qu'un continent avait dû, jadis, occuper la place de l'océan actuel. Il expliquait la disparition totale de ce continent, en disant que l'enfoncement successif de plusieurs de ses parties, dans des cavernes souterraines, avait *graduellement* déterminé son engloutissement général sous la mer. Quant à l'état de bouleversement dans lequel se trouvent à présent un grand nombre de couches sédimentaires, qu'il considérait comme ayant dû être horizontales à l'origine, il l'attribuait à des oscillations postérieures du sol.

Il pensait que, de même que les anciennes périodes virent naître des plantes et des animaux, de même

aussi l'homme dut figurer parmi les êtres animés de ces temps primitifs. Mais tous les hommes dont peu à peu la terre se peupla ne dérivèrent pas d'un seul et même couple; ils furent créés sur divers points de la surface du globe, et ces centres de naissance furent aussi nombreux que les langages primitifs des nations.

Fuchsel, dans ses écrits, laisse apercevoir un très-vif désir d'expliquer les phénomènes géologiques, autant que possible, par l'action de causes connues; et, quoique plusieurs de ses hypothèses soient entièrement dénuées de fondement, ses idées n'en sont pas moins bien plus d'accord avec celles qui dominent généralement aujourd'hui, que ne le sont les théories promulguées postérieurement par Werner et ses partisans.

Brander, 1766.—Gustavus Brander publia, en 1766, ses « Fossilia Hantoniensia, » ouvrage qui renferme d'excellentes figures des coquilles fossiles trouvées dans les couches marines les plus modernes de l'Angleterre. « On a, » dit-il dans sa préface, « adopté diverses opinions touchant la question de savoir quand et comment ces corps ont été déposés. Les uns pensent que ces dépôts sont dus au déplacement graduel de la mer, et qu'ils ont mis un temps considérable à se former, etc., tandis que d'autres, et c'est le plus grand nombre, en rapportent la cause au Déluge. »

Cette conjecture, toutefois, ajoute Brander, doit être considérée comme purement hypothétique, lors même qu'on admettrait l'universalité du cataclysme diluvien. Suivant lui, les testacés et les autres animaux fossiles provenaient, pour la plupart, d'espèces inconnues; et quant à ceux qui appartenaient à des espèces connues, il supposait que leurs analogues vivants habitaient les latitudes méridionales.

Soldani, 1780.—Soldani appliqua avec succès ses connaissances en zoologie à l'explication de l'histoire des masses stratifiées. Il prouva que, de même que les zoophytes et les testacés microscopiques vivants habitent les profondeurs de la Méditerranée, de même aussi les espèces fossiles se trouvent dans les dépôts qui, par la ténuité de leurs molécules et par l'absence complète des galets, indiquent qu'ils se sont formés dans une mer profonde, ou loin du rivage. Cet auteur est le premier qui ait observé l'alternance des couches marines et des couches d'eau douce qui existe dans le bassin de Paris (*).

Fortis.—Testa, 1793.—En 1793, une controverse animée s'éleva entre Fortis et Testa, autre naturaliste italien, à l'occasion des poissons de Monte Bolca. Les

(*) Saggio oritttografico, etc., 1780, et autres Ouvrages.

lettres (*) de ces deux savants, écrites avec autant de vivacité que d'élégance, font voir qu'ils n'ignoraient pas qu'un grand nombre de coquilles Subapennines étaient identiques avec des espèces encore existantes, et que quelques-unes d'entre elles avaient leurs analogues vivants dans la zone torride. Fortis mit en avant une conjecture assez bizarre : il supposa que lorsque les volcans du Vicentin étaient en activité, les eaux de l'Adriatique avaient une température plus élevée que celle qu'elles ont eue depuis que ces volcans ont cessé de brûler; et, par suite de ce raisonnement, il fut conduit à croire que les coquilles particulières à des régions beaucoup plus chaudes que l'Italie pouvaient avoir peuplé jadis les mers de cette contrée. Quant à Testa, il semblait disposé à penser que les espèces de testacés dont il s'agit étaient encore communes aux mers équinoxiales et à celles de son propre pays, appuyant cette opinion sur ce que plusieurs de ces espèces, qu'on avait cru pendant longtemps appartenir exclusivement à des régions plus chaudes, avaient été postérieurement trouvées dans la Méditerranée (**).

(*) Lett. su i Pesci Fossili di monte Bolca Milan, 1793.

(**) Cet argument de Testa a été confirmé il y a quelques années par la certitude qu'on acquit que des marchands de coquilles, dans la vue de tirer un plus grand profit de certaines espèces de

Cortesi.— Spallanzani.— Wallerius.— Whitehurst. — Tandis que, de concert avec Cortesi et Spallanzani, les naturalistes italiens dont nous venons de parler s'occupaient activement à signaler l'analogie qui existe entre les dépôts des mers modernes et ceux des mers anciennes, et la manière d'être ainsi que l'ordre d'arrangement des habitants de ces mers; et tandis que, d'un autre côté, les recherches relatives aux roches volcaniques anciennes et modernes se poursuivaient avec quelque succès en Italie, Whitehurst (*) et Wallerius, deux des observateurs les plus originaux parmi les écrivains anglais et allemands, employaient leur habileté à soutenir, suivant la vieille hypothèse de Woodward, que toutes les couches avaient été formées par le déluge de Noé. Whitehurst, toute-

la Méditerranée, les avaient pendant longtemps vendues pour des coquilles appartenant à des latitudes plus méridionales et plus éloignées. Il paraît, surtout d'après plusieurs centaines d'expériences faites par le capitaine Smith, dans la Méditerranée, de la surface à huit brasses de profondeur, que la température de cette mer est de 3° 1/2 F. (1,67 cent.), terme moyen, plus élevée que celle de la partie occidentale de l'Océan Atlantique. Ce fait très-important peut, jusqu'à un certain point, aider à expliquer la cause par suite de laquelle plusieurs espèces sont communes aux latitudes des tropiques et à celles de la Méditerranée.

(*) Inquiry into the Original State and Formation of the Earth (Recherches sur l'Origine et la Formation de la Terre), 1778

fois, racheta, en quelque sorte, cette erreur par la description parfaitement exacte qu'il fit des roches du Derbyshire; et de plus, il répara le tort que ses fausses idées théoriques avaient pu faire à la science, en fournissant lui-même des armes pour les combattre.

Pallas.—Saussure.—Ce fut vers la fin du dix-huitième siècle que la nécessité de diviser en groupes distincts les différentes masses minérales dont se compose la croûte du globe commença à se faire sentir généralement, et que l'examen des rapports que ces masses ont entre elles devint l'objet favori des études de tous ceux qui s'occupaient de géologie. Pallas et Saussure figurent au premier rang des savants dont les travaux contribuèrent le plus à ce résultat. Après un examen attentif des deux grandes chaînes de montagnes de la Sibérie, Pallas annonça que les roches granitiques occupaient le milieu de ces chaînes; que les roches schisteuses s'appuyaient latéralement contre le granit, et que les roches calcaires, à leur tour, reposaient sur les schistes, — arrangement qu'il considérait comme étant la preuve qu'une loi générale avait présidé à la formation de toutes les chaînes composées principalement de roches primitives (*).

(*) Observ. sur la Formation des Montagnes. Act. Petrop. ann. 1778, part. I.

Dans ses « Voyages en Russie » (1793 et 1794), il fit plusieurs observations importantes sur la disposition des couches modernes situées près du Wolga et de la mer Caspienne, et prouva qu'à une époque assez récente de l'histoire de la terre, l'étendue de cette mer avait été plus considérable qu'elle ne l'est aujourd'hui. Son mémoire relatif aux ossements fossiles de la Sibérie attira l'attention des observateurs sur quelques-uns des phénomènes géologiques les plus remarquables. Il déclara avoir trouvé dans le sol congelé un rhinocéros tout entier, encore pourvu de sa chair et de sa peau. Cette circonstance, qui d'abord avait paru douteuse, fut confirmée quelque temps après par la découverte que l'on fit sur les bords de la mer du Nord d'un éléphant enfermé dans une masse de glace (*).

Les sujets relatifs à l'histoire naturelle qui fixèrent l'attention de Pallas, furent trop multipliés pour qu'il pût consacrer une grande partie de ses travaux à la géologie exclusivement. Quant à Saussure, il s'attacha surtout à l'étude de la structure des Alpes et du Jura, et fournit à la science des données dont ceux qui vinrent après lui devaient profiter d'une manière si utile. Il n'eut la prétention de déduire aucun système général de ses intéressantes et nombreuses ob-

(*) Nov. comm. Petr. XVII. Cuvier, Éloge de Pallas.

servations; et le petit nombre d'opinions théoriques qui lui échappèrent, semblent, comme celles de Pallas, avoir pris naissance dans les spéculations cosmologiques des auteurs qui l'avaient précédé.

Digitized by Google

CHAPITRE IV.

SUITE DE L'HISTOIRE DES PROGRÈS DE LA GÉOLOGIE.

Werner applique la Géologie à l'art d'exploiter les mines. — Du caractère varié des leçons de ce célèbre professeur. — Enthousiasme de ses élèves. — De l'autorité de ses opinions. — Des erreurs qui accompagnèrent ses idées théoriques. — Carte et description de l'Auvergne par Desmarest. — Controverse entre les Vulcanistes et les Neptunistes. — De l'acrimonie à laquelle se laissèrent aller ces deux sectes rivales. — Théorie de la terre, de Hutton. — Importance de la découverte faite par ce minéralogiste de certaines veines de granit. — Originalité de ses opinions. — Motifs de l'opposition qu'elles rencontrèrent. — Illustration de la théorie de Hutton, par Playfair. — Influence des écrits de Voltaire sur la géologie. — Imputations dirigées contre les Huttoniens par Williams, Kirwan et Deluc. — Carte d'Angleterre de Smith. — Société géologique de Londres. — Progrès de la science en France. — Importance croissante de l'étude des débris organiques.

Werner. — L'art d'exploiter les mines est depuis longtemps enseigné en France, en Allemagne et en Hongrie, dans les institutions scientifiques établies pour propager cet art si utile, et répandre les connaissances minéralogiques qui constituent une des principales branches de l'instruction donnée aux élèves dans ces institutions (*).

(*) Quant aux mineurs anglais, ils ont été abandonnés à eux-

En 1775, Werner fut nommé professeur de minéralogie à « l'École des Mines » de Freyberg, en Saxe. Il dirigea son attention, non-seulement sur la composition et les caractères extérieurs des minéraux, mais aussi sur ce qu'il appelait « la géognosie, » c'est-à-dire, la position naturelle des minéraux dans chaque espèce de roches, le groupement de ces roches, leur distribution géographique et leurs rapports divers. Les phénomènes observés dans la structure du globe n'avaient guère servi jusqu'alors qu'à fournir d'intéressants sujets de discussion philosophique; mais quand Werner signala leur application à l'usage pratique de l'art du mineur, l'étude de ces phénomènes fut, dès ce moment, considérée, par une classe d'hommes très-nombreuse, comme devant constituer une des parties les plus essentielles de l'éducation qui convenait à leur profession; et de-

mêmes, sans l'assistance, pour ainsi dire, d'aucun ouvrage scientifique écrit dans leur propre langue, et sans le secours d'une « école des Mines, » — auxiliaire qui pourtant leur eût été bien nécessaire pour les guider dans la pratique de leur art. L'inconvénient très-grave résultant de la privation de pareilles ressources dans un pays où l'on dépense, je dirai même où l'on perd souvent tant de capitaux dans de hasardeuses entreprises de recherche et d'exploitation de mines, a été très-bien exposé par un habile mineur praticien. — Voyez « Prospectus of a School of Mines in Cornwall, by J. Taylor, 1825. » (Projet d'une Ecole des Mines dans le Cornouailles.)

puis lors, la géologie fut cultivée en Europe d'une manière plus systématique, et avec plus d'ardeur que jamais. Werner joignait à une imagination brillante un esprit orné d'une immense variété de connaissances. A sa science favorite, il associait l'étude de toute espèce de sujets; et dans ses leçons, qu'il savait orner d'une foule de digressions intéressantes, il indiquait tous les usages domestiques des minéraux, ainsi que leurs propriétés médicales; l'influence de la composition minéralogique des roches sur le sol, et celle du sol, à son tour, sur les ressources, la richesse et la civilisation de l'homme. De même, disait-il, que les vastes plaines sablonneuses de la Tartarie et de l'Afrique maintenaient leurs habitants à l'état de bergers errants; de même aussi, suivant lui, les montagnes granitiques, et les terrains calcaires et d'alluvion situés à des niveaux inférieurs, donnaient lieu à des différences marquées dans les mœurs, ainsi que dans les degrés de bien-être et d'intelligence de ceux qui les habitaient. L'histoire même des langues, et les migrations des espèces, avaient, prétendait-il encore, été déterminées par la direction de telles ou telles couches particulières. Les qualités de certaines pierres à bâtir devenaient pour lui, quelquefois, l'occasion d'un long discours sur l'architecture de différentes époques et de différents peuples; comme aussi la géographie physique d'un pays l'amenait souvent à traiter de la tac-

tique militaire. Le charme de ses manières et son éloquence excitaient l'enthousiasme de ses élèves, au point que plusieurs d'entre eux, qui n'avaient eu d'abord d'autre ambition que d'acquérir quelques notions superficielles de minéralogie, se dévouaient, une fois qu'ils l'avaient entendu, à l'étude de cette science, comme à la principale affaire de leur vie. Ce fut ainsi qu'en peu d'années une petite école des mines, jusqu'alors inconnue en Europe, s'éleva au rang d'une grande université, où des hommes déjà distingués dans la science se rendaient des pays les plus éloignés pour entendre le grand oracle de la géologie, dont ils avaient étudié la langue dans la seule intention de pouvoir le comprendre (*).

Werner avait la plus grande antipathie pour le travail mécanique de l'écriture; aussi, à l'exception d'un traité important sur la « Formation des Filons, » ne put-il jamais se résoudre à écrire qu'un petit nombre de mémoires, lesquels encore ne contiennent aucun développement de ses opinions générales. Quoiqu'il fût d'une modestie excessive, et que cette modestie allât même quelquefois jusqu'à la timidité, il se livra aux généralisations les plus hardies et les plus tranchantes, et sut inspirer à tous ses disciples une foi implicite dans ses doctrines. Leur admiration

(*) Cuvier, Éloge de Werner.

pour son génie, et les sentiments de reconnaissance et d'amitié que tous ils éprouvaient pour lui, étaient sans doute bien mérités; mais la suprême autorité qu'il exerça sur les opinions de ses contemporains fut quelquefois préjudiciable aux progrès de la science, au point de balancer les avantages qu'elle retirait de ses talents. S'il est vrai que l'éloquence soit la première, la seconde et la troisième chose nécessaire à un orateur populaire, il est tout aussi vrai que les voyages sont la première, la seconde et la troisième condition de succès pour ceux qui désirent acquérir des notions étendues et précises sur la structure du globe terrestre. Or, Werner n'avait pas voyagé dans des pays éloignés; il s'était borné à explorer une petite portion de l'Allemagne, et de là, l'erreur dans laquelle il tomba et qu'il fit partager aux autres, savoir : que la surface entière de notre planète, et toutes les chaînes de montagnes qui existent dans le monde, n'étaient que la représentation de ce qu'on observait dans son propre pays. Bientôt, le désir de confirmer les généralisations de cet illustre maître, et de découvrir jusque dans les parties les plus éloignées du globe les « formations universelles » qu'il supposait avoir été, à diverses reprises, simultanément précipitées d'un dissolvant commun, « fluide chaotique, » sur toute l'étendue de la terre, devint le but principal de l'ambition de tous ses

élèves. Mais il paraît que le professeur saxon s'était trompé dans l'interprétation de plusieurs phénomènes des plus importants, parmi ceux mêmes qu'il avait observés dans le voisinage de Freyberg. Ainsi, par exemple, le porphyre que l'on rencontre à une journée de distance de son école, et auquel il avait donné le nom de porphyre primitif, fut reconnu depuis, non-seulement comme envoyant des dykes et des veines dans les couches de la formation houillère, mais encore, comme recouvrant en masse ces mêmes couches. D'un autre côté, il demeure avéré aujourd'hui que le granit des montagnes du Hartz, que Werner croyait être le noyau de la chaîne, traverse les autres couches jusqu'à Goslar; en même temps que dans l'Erzgebirge, plus près de Freyberg encore, le micaschiste, au lieu de recouvrir le granit, ainsi qu'on l'avait supposé, vient abuter brusquement contre cette roche. De plus, M. de Seckendorf a trouvé récemment, dans le granit du Hartz, des fragments de grauwacke schisteuse, renfermant des débris organiques (*).

Le principal mérite du mode d'enseignement de Werner consistait à diriger invariablement l'atten-

(*) C'est, d'une part, à MM. Sedgwick et Murchison, qui ont exploré le pays, et de l'autre, au docteur Charles Hartmann, traducteur du présent ouvrage en allemand, que je suis redevable de la connaissance de ce fait.

tion de ses disciples sur les rapports constants qui se manifestent dans la superposition de certaines masses minérales; mais, ainsi qu'on l'a vu dans le chapitre précédent, plusieurs géologues italiens et autres l'avaient devancé dans la découverte de cette loi générale. Quant aux principales divisions des couches secondaires établies par le célèbre professeur, William Smith, auteur anglais, à l'ouvrage duquel je reviendrai dans un instant, en fit, vers le même temps, de son côté, la base d'une classification des couches Britanniques.

Controverse entre les Vulcanistes et les Neptunistes. — Si à l'égard du basalte et des diverses autres roches ignées, la théorie de Werner avait une certaine originalité, il faut bien convenir aussi que, d'un autre côté, elle ne laissait pas d'être extrêmement erronée. Les basaltes de Saxe et de Hesse sur lesquels ont porté plus particulièrement ses observations, consistaient en masses tabulaires qui recouvraient la partie supérieure des collines, et n'avaient aucune liaison avec les niveaux des vallées actuelles, comme plusieurs des formations basaltiques de l'Auvergne et du Vivarais. Suivant lui, ces basaltes n'étaient, ainsi que toutes les autres roches de la même famille qui pouvaient se trouver ailleurs, que des précipités chimiques résultant des

matières tenues en dissolution dans l'eau. Non-seulement il niait qu'ils fussent les produits de volcans sous-marins, mais il allait même jusqu'à soutenir que dans les premiers âges du monde il n'y avait pas de volcans du tout. Sa théorie était doublement opposée à la doctrine qui admettait l'action permanente des mêmes causes; car, outre qu'il introduisait sans scrupule, dans son système, plusieurs causes imaginaires, qui, après avoir produit jadis de grandes révolutions dans l'intérieur de la terre, avaient, à la longue, cessé d'agir, il en faisait aussi intervenir de nouvelles, dont l'action n'avait commencé à se manifester que dans les temps modernes. Parmi celles-ci, il faisait figurer au premier rang les feux souterrains, qu'il considérait avec raison comme étant la cause de changement la plus énergique.

Dès l'année 1768, et avant, par conséquent, que Werner eût commencé ses études minéralogiques, Raspe avait reconnu d'une manière très-positive l'origine ignée des basaltes de Hesse. D'une autre part, Arduino avait, ainsi que nous l'avons déjà vu, signalé l'analogie qui existe entre les nombreuses variétés des trapps du Vicentin et les produits volcaniques, et de cette analogie il avait conclu que la formation de ces trapps devait être attribuée à d'anciennes éruptions sous-marines. En 1766, Desmarest, conjointement avec Fortis, étudia le Vicentin, et confirma les opinions

d'Arduino. En 1772, Banks, Solander et Troïl, comparèrent le basalte colomnaire de l'Hécla avec celui des Hébrides. Collini, en 1774, reconnut la véritable nature des roches ignées situées sur les bords du Rhin, entre Andernach et Bonn. En 1775, Guettard visita le Vivarais, et établit le rapport qui existe entre les courants basaltiques et les laves. Enfin, en 1779, Faujas publia sa description des volcans du Vivarais et du Velay, et fit voir de quelle manière les courants de basalte s'étaient échappés de cratères qui, aujourd'hui encore, se trouvent dans un si bel état de conservation (*).

Desmarest. — De saines opinions sur la nature véritable des anciens trapps régnaient depuis vingt années en Europe, lorsque Werner, par le seul fait de son autorité, occasionna à cet égard un mouvement rétrograde dans les esprits, non-seulement en renversant une théorie vraie, mais en y substituant, en outre, la doctrine la plus anti-philosophique qu'on pût imaginer. La prépondérance soutenue de ses dogmes, relativement aux roches en question, était d'autant plus surprenante, qu'une multitude de faits nouveaux, et tous plus frappants les uns que les autres, s'accumulaient journellement en faveur des opinions vraies qui dominaient avant les siennes.

(*) Cuvier, Éloge de Desmarest.

Après s'être livré à un examen très-attentif de l'Auvergne, Desmarest s'occupa de classer par âges les divers volcans qu'on y observe. Il les divisa en trois époques, et rangea dans la première les plus récents, ou ceux dont les cratères sont encore entiers. Les laves que ces volcans ont jetées forment des courants qui se sont répandus dans les plaines voisines, en se moulant sur les inégalités de la surface du sol. Dans la seconde, il comprit ceux où les cratères ont disparu totalement, où les courants sont placés à la superficie des plaines élevées, et où différentes portions de ces courants sont séparées par des vallons larges et profonds. Dans la troisième, enfin, il plaça ceux qui, plus anciens encore que les autres, ne laissent apercevoir aucune trace de cratères ni de scories. Il remarqua, en outre, que les matières qui constituaient ces derniers offraient la plus grande analogie avec certaines roches situées dans d'autres parties de l'Europe, mais dont l'origine volcanique était contestée par l'école de Freyberg (*).

La carte d'Auvergne de Desmarest est un ouvrage d'un mérite peu ordinaire. La première chose qu'il fit, en entreprenant cette tâche, fut le relèvement trigonométrique du pays; puis il traça la partie rela-

(*) Journ. de Phys., vol. XIII, pages 118 et suivantes. Voyez aussi les Mém. de l'Inst., Sciences Mathémat. et Phys., vol. VI, p. 219.

tive à la géographie physique, travail dont il s'acquitta avec une exactitude rigoureuse et un talent graphique admirable. Il essaya en même temps de représenter, sans l'aide des couleurs, une infinité de détails géologiques, tels, entre autres, que les différents âges, et même quelquefois la structure des roches volcaniques, qu'il trouvait moyen de distinguer des roches granitiques et des formations d'eau douce. Ceux qui ont soigneusement étudié l'Auvergne, et suivi les traces des différents courants de lave qu'on y rencontre, depuis les cratères qui les ont produits jusqu'à leurs limites, — qui ont observé les divers chapeaux basaltiques isolés qui s'y trouvent; — les rapports de certaines laves avec les vallées actuelles; — l'absence de ces rapports dans quelques cas; — ceux-là, dis-je, peuvent seuls apprécier l'extrême fidélité de ce travail, que tout, en vérité, concourait à rendre aussi intéressant que possible; car, indépendamment de ce qu'aucune autre région d'une pareille étendue, en Europe, n'offrait peut-être une série de phénomènes aussi variés et aussi magnifiques que l'Auvergne, il a appartenu à Desmarest de réunir tous les genres d'instruction nécessaires à l'accomplissement d'une tâche aussi difficile, tels que les connaissances mathématiques qu'exige la construction d'une carte, celles qui caractérisent le minéralogiste éminent, et, de plus,

une habileté peu commune en fait de généralisation.

Dolomieu. — Montlosier. — Dolomieu, autre contemporain de Werner, avait trouvé des basaltes prismatiques parmi les anciennes laves de l'Etna. En 1784, il observa les alternances de laves sous-marines et de couches calcaires que présente le Val di Noto, en Sicile (*), et décrivit, en 1790, les phénomènes du même genre qu'on remarque dans le Vicentin et dans le Tyrol (**). Montlosier publia, en 1788, un Essai sur la Théorie des Volcans d'Auvergne, ouvrage où à des observations locales extrêmement exactes se trouvent réunies des vues assez étendues. Cependant, qui le croirait? malgré tant de faits évidents, les disciples de Werner n'en restèrent pas moins disposés à défendre ses opinions envers et contre tous, allant jusqu'à soutenir, dans la plénitude de leur foi, que l'obsidienne même était un précipité aqueux. Aveuglés qu'ils étaient par leur vénération pour le grand professeur, ils brûlaient d'impatience de voir la lutte s'ouvrir entre eux et leurs adversaires. De leur côté, les Vulcanistes ne furent pas longtemps sans éprouver une disposition semblable. Le ridicule et l'ironie devinrent les armes favorites des deux sectes rivales, qui, s'en servant de

(*) Journ. de Phys., tom. XXV, p. 191.
(**) Ib., tom. XXXVII, part. II, p. 200

préférence à de bonnes raisons, finirent par donner à leur controverse un caractère d'amertume dont, jusqu'alors, les questions relatives aux sciences physiques n'avaient, en quelque sorte, offert aucun exemple. Desmarest seul, qui, depuis longtemps, tenait en réserve une ample provision de matériaux pour réfuter cette théorie, restait en dehors de la dispute ; si bien que chaque fois qu'un Neptuniste zélé cherchait à l'engager dans quelque discussion, il se contentait de lui répondre : « Allez et voyez (*). »

Hutton, 1788. — Il serait sans exemple qu'une guerre ayant pour motif quelque matière grave, eût éclaté sur le continent avec l'énergie, pour ne pas dire la fureur, qui caractérisa la lutte dont il s'agit, sans que les habitants de l'île voisine de la France y eussent pris part. Quoique en Angleterre les esprits ne fussent pas dominés par l'influence personnelle de Werner, ceux que leurs connaissances mirent à même de s'associer à la discussion, soutinrent le côté faible de la question, s'efforçant de trouver quelques bonnes raisons pour justifier leur enthousiasme en faveur des erreurs du théoricien allemand. Pour aider le lecteur à comprendre les motifs particuliers de ceux qui, poussés par l'esprit de parti ou par d'autres vues, entrè-

(*) Cuvier, Éloge de Desmarest.

rent dans la lice, il est nécessaire de mettre sous ses yeux l'esquisse des opinions professées par Hutton, contemporain du géologue saxon. Hutton avait reçu une éducation conforme à l'état de médecin, qu'il devait embrasser; mais ne se sentant point de goût pour cette profession, il résolut, tout jeune encore, de se contenter de la position modeste, mais indépendante, que lui avait assurée l'héritage de son père, et de s'adonner entièrement à l'étude des sciences. Il résidait à Edimbourg, où il se trouvait entouré de plusieurs hommes d'un mérite éminent, qui tous, attirés par la simplicité de ses mœurs et la sincérité de son caractère, étaient devenus ses amis. Son amour pour la science, qui ne se démentit jamais, l'engagea à faire de fréquentes excursions dans différentes parties de l'Angleterre et de l'Écosse, ce qui lui donna l'occasion d'acquérir une habileté peu commune comme minéralogiste, et d'étendre les grandes et belles idées qu'il avait comme géologue. Il communiquait les résultats de ses observations sans la moindre réserve, et avec l'abandon qui convient à un homme qui n'a d'autre mobile que l'amour de la vérité. En 1788, lorsque ses idées lui semblèrent assez mûres, il publia sa « Théorie de la Terre (*), » la même que plus

(*) Ed. Phil. Trans. 1788. (Transactions philosophiques d'Edimbourg.)

tard, en 1795, il développa d'une manière bien plus complète dans un ouvrage séparé. Ce traité est le premier dans lequel il ait été déclaré que la géologie est tout à fait étrangère aux « questions relatives à l'origine des choses; » le premier dans lequel on ait tenté d'écarter entièrement toute cause hypothétique, et tâché d'expliquer les anciens changements de l'écorce terrestre par l'action exclusive d'agents naturels. Hutton s'efforça d'établir pour sa science favorite des principes aussi bien déterminés que ceux que Newton avait appliqués à l'astronomie; mais, malheureusement, la géologie n'était pas encore assez avancée pour fournir à aucun naturaliste, quel que fût d'ailleurs son génie, les données nécessaires à la réalisation d'un tel but.

Théorie Huttonienne. — « La structure actuelle de notre planète, » dit Hutton, « révèle les ruines d'un monde ancien. Ainsi, par exemple, tout atteste que les couches dont sont formés nos continents ont jadis séjourné sous la mer, et que les matériaux dont elles se composent proviennent des débris de continents préexistants. D'un autre côté, non-seulement les forces qui agissent aujourd'hui sont les mêmes que celles qui agissaient autrefois, mais, de plus, elles se comportent exactement de la même manière, détruisant tout, jusqu'aux roches les plus dures, soit par voie de décom-

position chimique, soit à l'aide d'une action mécanique violente, et transportant les matériaux qu'elles ont déplacés, jusqu'à la mer, où ceux-ci se disséminent et donnent naissance à des couches analogues à celles d'autrefois. Bien que sans consistance au moment où s'opère leur dépôt sur le fond de la mer, les couches ainsi produites subissent plus tard différentes modifications dues à la chaleur volcanique, qui les solidifie, les soulève, les fracture, et les contourne en tous sens. »

Quoique Hutton n'eût jamais exploré de régions de volcans en activité, il ne formait pas le plus léger doute sur l'origine ignée du basalte et de divers autres trapps; il était, en outre, convaincu que plusieurs de ces roches avaient été injectées à l'état de fusion, dans des fissures de couches anciennes, et il attribuait leur compacité, ainsi que la différence d'aspect qu'elles présentent avec les laves ordinaires, à ce que leur refroidissement s'était opéré sous la pression de la mer. Dans la vue d'éloigner toutes les objections soulevées contre cette théorie, sir James Hall, son ami, entreprit une suite d'expériences des plus curieuses et des plus instructives, tendant à montrer l'arrangement cristallin et la texture qu'affecte la matière en fusion, quand elle se refroidit sous une haute pression.

Le défaut de stratification du granit, et son analogie, sous le rapport du caractère minéralogique, avec

d'autres roches que Hutton considérait comme étant d'origine ignée, le portèrent à conclure que le granit provenait aussi de matières qui avaient été fondues. Toutefois, il comprit que ce fait ne pouvait être pleinement confirmé que s'il parvenait à découvrir, au contact du granit et des couches voisines de cette roche, des phénomènes semblables à ceux que présentent si constamment les trapps. Résolu de soumettre sa théorie à cette épreuve, il se rendit aux monts Grampians, et s'y livra à l'examen le plus attentif de la ligne de jonction du granit et des masses stratifiées qui lui sont superposées. Enfin, en 1785, ses efforts furent couronnés d'un succès complet : il trouva dans le Glen-Tilt les preuves les plus frappantes et les moins équivoques de la justesse de ses opinions. Là, s'offrent à la vue des veines de granit rouge qui, en se dégageant de la masse principale, traversent le schiste micacé noir et le calcaire primaire. La couleur et l'aspect des couches stratifiées, coupées par le granit, diffèrent tellement de ceux de cette roche, qu'ils rendent très-sensible l'exemple qu'on observe dans cette localité. De plus, l'altération du calcaire en contact avec le granit offre une analogie parfaite avec celle qui résulte du voisinage des veines de trapp par rapport aux strates calcaires. Ce fait qui venait confirmer son système lui causa une satisfaction si vive, que, suivant son biographe, les guides qui l'accom-

Digitized by Google

pagnaient crurent, à en juger par les démonstrations de joie auxquelles il se livra, qu'il avait découvert une mine d'or, ou tout au moins d'argent (*). Sachant fort bien que la même théorie ne pouvait pas servir à expliquer l'origine des schistes *primaires*,— terme qu'il employait de préférence à celui de *primitifs*, Hutton était assez porté à considérer ces schistes comme formés par voie de sédiment, puis altérés par la chaleur, et comme provenant originairement de la décomposition de roches antérieurement existantes.

A l'aide de la découverte importante de ces veines de granit, où l'avait conduit, par induction, une classe de faits entièrement à part, Hutton ouvrit la voie à des idées complétement nouvelles. Vallisneri avait signalé le fait général de l'existence de certaines roches ne renfermant aucun débris organique, et il en avait conclu que la formation de ces roches devait avoir précédé la création de tout être vivant. Moro, Generelli, et plusieurs autres auteurs italiens, adoptèrent la même opinion. De son côté, Lehmann regardait les montagnes qu'il avait appelées primitives, comme autant de parties du noyau originel du globe. Ce principe était devenu un article de foi dans l'école de Freyberg; et s'il arrivait que l'on témoignât le

(*) Playfair's works (Œuvres de Playfair), vol. IV, p. 75.

moindre doute sur la possibilité de faire remonter les recherches géogéniques à l'origine de l'état actuel des choses, on en appelait avec triomphe aux roches granitiques. Il semblait que sur ces roches était écrite en caractères distincts cette inscription mémorable :

« Dinanzi a me non fur cose create
Se non eterne (*). »

On peut se figurer, d'après cela, quelle sensation produisit Hutton, lorsqu'il essaya de porter une main sacrilége sur des caractères que déjà tant de gens regardaient comme sacrés. « Je ne puis, disait le géologue écossais, trouver dans l'économie du monde, ni les traces d'un commencement, ni la perspective d'une fin; » — déclaration qui parut bien plus alarmante encore, quand vint s'y joindre la doctrine qui admettait que tous les changements anciens du globe avaient été produits par l'action lente de causes encore existantes. L'imagination fatiguée des efforts qu'il fallait faire pour comprendre l'immense espace de temps nécessaire à l'anéantissement de tous les continents, par un procédé aussi insensible, n'entrevoyait, après avoir erré au milieu de ces interminables périodes, aucun point de repos, même

(*) « Avant moi rien ne fut créé
Sinon ce qui est éternel. »
L'Enfer du Dante, chant III.

à la distance la plus éloignée. Les roches les plus anciennes étaient considérées, non comme ayant été créées primitivement, dans l'état où elles sont aujourd'hui, mais comme provenant des débris d'autres roches plus anciennes encore. On les regardait, en outre, comme les dernières d'une série antérieure, qui, peut-être, elle-même, avait appartenu à quelque monde préexistant. De telles idées étaient, relativement à l'immensité des temps passés, comme celles auxquelles la philosophie Newtonienne avait donné naissance à l'égard de l'espace, c'est-à-dire, qu'elles étaient si vastes, que ce qu'elles offraient de sublime ne pouvait manquer de produire sur l'esprit humain un sentiment pénible, dû à son incapacité d'embrasser un plan d'une étendue aussi prodigieuse. Comment, en effet, contempler sans un profond saisissement, la multitude innombrable de mondes qui, situés entre eux à d'énormes distances, se succèdent jusqu'aux confins de l'univers visible, où d'autres systèmes non moins nombreux se laissent encore faiblement apercevoir?

Le trait caractéristique de la théorie Huttonienne consistait, ainsi que nous avons pu l'entrevoir déjà, dans l'exclusion de toutes les causes que l'on considérait comme étant en dehors de l'ordre actuel de la Nature. Mais Hutton n'alla jamais au delà de ce qu'avant lui déjà, Hooke, Moro et Raspe avaient

avancé sur les changements géologiques que pourraient occasionner les causes qui, de nos jours, donnent lieu aux mouvements souterrains, si un temps suffisant leur était accordé. Il semble, au contraire, être resté bien en arrière de quelques-unes de leurs idées, surtout lorsqu'il refuse d'admettre que les sédiments contribuent à modifier la configuration extérieure de l'écorce terrestre. Il imaginait que dans le principe, les continents avaient été détruits graduellement par l'action de l'eau, et que, lorsque leurs ruines eurent fourni les matériaux nécessaires à la reproduction de nouveaux continents, ceux-ci furent soulevés par l'effet de quelques violentes convulsions. Or, une semblable théorie exigeant la supposition d'une alternance de périodes de bouleversement général et de périodes de tranquillité, Hutton dut nécessairement admettre qu'un tel ordre de choses avait toujours existé, et qu'il subsisterait toujours.

Dans son exposition du système de Moro, Generelli avait su beaucoup mieux concilier les faits observés avec le cours ordinaire de la Nature; car, en même temps qu'il était d'accord avec Hutton, relativement à la destruction et à la reproduction continuelles des roches, et à la manière uniforme dont s'accomplissaient ces phénomènes, il considérait le rétablissement des montagnes par voie de soulèvement, c'est-à-dire, par l'effet d'un mouvement de

bas en haut, comme étant le résultat d'une opération tout à la fois constante et synchronique. Envisagée séparément, aucune de ces théories ne satisfait à toutes les conditions du grand problème qu'un géologue qui rejette les causes cosmologiques est appelé à résoudre; mais il est du moins très-probable que dans leur ensemble elles renferment les germes d'un système complet. De même qu'on ne peut mettre en doute que des périodes de bouleversement et de tranquillité se sont succédé tour à tour dans toutes les régions du globe, de même aussi ne peut-on nier que, considérée par rapport au *globe terrestre entier*, l'énergie des mouvements souterrains a, suivant toute apparence, été constamment uniforme. Il se pourrait, en outre, que, durant une longue suite d'années, la force qui occasionne les tremblements de terre fût restée limitée, ainsi qu'elle l'est actuellement, à certains espaces vastes, mais déterminés; puis, que se déplaçant graduellement, elle eût été se faire sentir en d'autres lieux, qui, après un repos de plusieurs siècles, fussent ainsi devenus à leur tour le théâtre de l'action souterraine la plus énergique.

Illustration de la théorie de Hutton par Playfair.— L'explication proposée par Hutton et par Playfair, son commentateur, à l'égard de l'origine des vallées et des formations alluviales, était aussi très-incom-

plète. Ces deux géologues n'attribuaient aucune des inégalités de la surface terrestre aux mouvements qui ont accompagné le soulèvement des continents; ils supposaient qu'en général, le creusement des vallées était dû à l'action séculaire des rivières qui y établissent leur cours, et semblaient oublier entièrement la force de transport et d'érosion que les vagues de l'Océan devaient nécessairement exercer sur les continents, durant leur émersion.

Bien que Hutton possédât en minéralogie et en chimie des connaissances très-étendues, il n'avait, à l'égard des débris organiques, que des notions fort limitées, qui ne lui servirent, ainsi qu'elles l'avaient fait pour Werner, qu'à caractériser certaines couches, et à prouver leur origine marine. D'un autre côté, comme la théorie qui admettait d'anciennes révolutions dans la vie organique n'était pas encore complétement établie, il en résulta que beaucoup de gens refusèrent d'adopter l'hypothèse de Hutton, donnant pour raison qu'une doctrine qui s'appuyait sur des périodes indéfinies ne pouvait être admise sans le secours de preuves qui, ainsi que ces révolutions, fussent de nature à attester l'ancienneté du globe. Quelques-uns même, jugeant cette doctrine incompatible avec les vérités révélées, allèrent jusqu'à se livrer à des soupçons fort peu charitables sur les motifs de son auteur. Ils l'accusèrent d'avoir conçu le

dessein de faire revivre le dogme païen d'une « succession éternelle, » et de nier que ce monde ait jamais eu un commencement. On trouve, dans la Biographie de Hutton, par Playfair, le commentaire suivant sur cette partie de leur théorie : — « Dans les mouvements planétaires, là où l'œil de la géométrie a pénétré si avant, soit dans le passé, soit dans l'avenir, nous n'apercevons aucune trace du commencement ou de la fin de l'ordre de choses actuel. Je dirai même qu'il serait déraisonnable de supposer que de pareilles traces pussent exister quelque part. L'Auteur de la Nature n'a pas donné à l'univers de lois qui, ainsi que les institutions humaines, portent en elles-mêmes les éléments de leur propre destruction. Il n'a point voulu que ses ouvrages eussent aucun symptôme d'enfance ou de vieillesse, ni qu'ils fussent empreints d'aucun signe à l'aide duquel il fût possible d'évaluer leur durée future ou passée. Bien que, suivant toute apparence, *il puisse mettre fin* au système actuel à un certain moment déterminé, *ainsi que très-probablement il lui a donné naissance aussi*, nous pouvons être bien assurés qu'une telle catastrophe ne sera jamais le résultat des lois aujourd'hui existantes, et que rien de ce qui est à notre portée ne peut nous la faire prévoir (*). »

(*) Playfair's works, vol. IV, p. 55.

L'esprit de parti qu'excitèrent contre elles les doctrines Huttoniennes, et le manque avéré de sincérité et de modération qui signala la controverse relative à ces mêmes doctrines, ne pourront être justement appréciés du lecteur que s'il se rappelle l'état d'excitation où se trouvait, à cette époque, l'esprit public en Angleterre. En France, une certaine classe d'écrivains s'efforçait, depuis plusieurs années, à saper les bases de la religion chrétienne, dans la vue de diminuer l'influence du clergé. Leurs succès, auxquels vinrent encore s'ajouter les conséquences de la Révolution, alarmèrent les esprits les plus résolus. Qu'on juge, d'après cela, de l'effet qu'un tel progrès dut produire sur les hommes timides, pour qui la moindre idée d'innovation était aussi redoutable que les fantômes qui parfois, dans un songe terrible, se présentent à un esprit malade.

Voltaire. — Voltaire s'était emparé des découvertes modernes de la physique pour en faire une de ces armes puissantes avec lesquelles il savait si habilement répandre le ridicule sur les Saintes-Écritures. Ayant reconnu que les systèmes de géologie en vogue de son temps avaient été combinés de la manière la plus adroite pour s'accorder avec la Bible, et pour faire coïncider les faits observés avec le récit mosaïque de la création et du déluge, il n'en fallut pas davantage

pour lui inspirer une prévention défavorable contre les géologues, dont il considérait la science comme une de celles que les théologiens avaient enrôlées avec le plus de succès dans leur cause (*). Sachant qu'on regardait encore, généralement, l'immense quantité de coquilles fossiles renfermées dans l'intérieur des continents, comme une preuve du déluge universel, il résolut d'ébranler cet article de foi, et chercha, dans la vue d'arriver à ce but le plus vite possible, à répandre des idées de scepticisme sur la nature réelle de ces coquilles, et à réhabiliter l'opinion qui les faisait considérer, au seizième siècle, comme des jeux de la Nature. Quoiqu'il prétendît que les impressions végétales qu'on trouvait dans certaines couches provenaient de plantes véritables (**), il ne laissait pas,

(*) Il prétendait, en faisant allusion aux théories de Burnet, de Woodward, et de divers autres auteurs physico-théologiens, qu'ils voulaient de grands changements dans la scène du monde, comme le peuple en veut aux spectacles. « Chacun d'eux, » disait-il encore, » détruit et renouvelle la terre à sa mode, ainsi que Descartes l'a formée; car la plupart des philosophes se sont mis sans façon à la place de Dieu; ils pensent créer un univers avec la parole. » (*Dissertation envoyée à l'Académie de Bologne, sur les changements arrivés dans notre globe.*) Cette critique, et bien d'autres encore, dirigées contre les cosmogonistes, n'étaient malheureusement que trop fondées.

(**) Voyez le chapitre intitulé « Des Pierres figurées. »

néanmoins, d'être parfaitement convaincu, ainsi que l'on peut en juger par son essai sur la Formation des Montagnes (*), que les coquilles fossiles avaient réellement appartenu à des testacés vivants. Quelquefois, s'adressant aux esprits vulgaires, il changeait de manière de raisonner, et prétendait, au mépris de toute vraisemblance, et quoique connaissant fort bien la vraie nature des coquilles recueillies dans les Alpes, ainsi que dans diverses autres localités, qu'elles étaient originaires d'Orient, et qu'elles avaient été détachées des chapeaux de pèlerins venant de Syrie. Du reste, les nombreux essais qu'on a de lui sur différents sujets relatifs à la géologie sont tous de nature à fortifier les préjugés existants. Ils montrent que l'auteur ne connaissait pas l'état réel de la science; peut-être aussi accusent-ils son manque de sincérité (**). D'un autre côté, ceux qui, tout en sachant que ses attaques avaient pour but de discréditer les Saintes-Ecritures, ne connaissaient pas la vraie portée de la question, auraient fort bien

(*) Dans cet essai, il dit : « presque tous les naturalistes sont persuadés aujourd'hui que les dépôts de coquilles, au milieu de nos terres, sont des monuments du long séjour de l'Océan dans les provinces où ces dépouilles se sont trouvées. » Ailleurs encore, en parlant des coquilles fossiles de la Touraine, il admet leur véritable origine.

(**) Pour donner un exemple du désir qu'il avait de répandre

pu considérer la vieille hypothèse diluvienne comme étant à l'abri de toute controverse, si, pour la combattre, Voltaire n'avait su trouver de meilleur argument que la dénégation de la nature réelle des débris organiques.

Ce n'est qu'en observant avec une attention soutenue les difficultés provenant de causes extérieures, que l'on peut expliquer la lenteur et la répugnance qui, en géologie, ne manquent jamais d'accompagner l'adoption des vérités les plus simples. Ainsi, par exemple, on a vu plusieurs naturalistes habiles présenter les débris fossiles de certains animaux marins comme une des preuves les plus irrécusables d'un événement rapporté dans la Bible, et cette conclusion passer pour infaillible durant un siècle entier, et même plus, grâce à ce qu'elle favorisait d'anciennes opinions que l'on était bien aise de voir renaître à l'aide de preuves nouvelles et inespérées. Plusieurs de ceux qui ne se laissèrent pas prendre à ces fausses apparences, se donnèrent bien de garde, toutefois, d'en

du doute sur toute espèce de données géologiques, nous rapporterons le passage suivant : « On découvrit, ou l'on crut découvrir, il y a quelques années, les ossements d'un renne et d'un hippopotame, près d'Étampes, et de là on conclut que le Nil et la Laponie avaient été autrefois sur le chemin de Paris à Orléans; mais on aurait dû plutôt soupçonner qu'un curieux avait eu autrefois, dans son cabinet, le squelette d'un renne et celui d'un hippopotame »

détourner les autres, jugeant qu'une semblable erreur ne pouvait avoir qu'un bon résultat, et pensant, en agissant ainsi, ne commettre qu'une pieuse fraude.

Les choses restèrent dans cet état jusqu'à ce qu'une secte nouvelle vint enfin s'efforcer de détruire les idées erronées qui dominaient alors. Il est vrai que cette secte, apparaissant avec des dispositions hostiles aux Saintes-Ecritures, ne renversa les idées établies que pour les remplacer par d'autres non moins irrationnelles.

En Angleterre, les hérétiques Vulcanistes se virent, peu après cette époque, en butte aux imputations les plus outrageantes. Pour comprendre toute la malveillance des persécutions dont ils furent l'objet, il faudrait nécessairement se reporter au moment où ces persécutions eurent lieu; car, bien qu'en tout temps les accusations d'incrédulité et d'athéisme laissent après elles quelque chose d'odieux, c'est surtout quand l'exaltation politique est portée à son comble, ainsi qu'elle l'était à l'époque dont il s'agit, que leurs effets sont le plus funestes. Pour donner une idée de la manière dont on appréciait ceux contre qui de pareilles accusations étaient dirigées, il suffira de dire que des hommes d'une réputation très-équivoque, sous le rapport de la morale, leur étaient généralement préférés dans le monde.

Je passerai sous silence les ouvrages d'un grand

nombre de théologiens, dont la susceptibilité à l'égard de certains points qui excitaient alors la plus vive inquiétude dans l'esprit public, peut paraître excusable; je ne parlerai pas non plus de l'aimable poëte Cowper (*), que l'on serait très-étonné de voir prendre parti pour telle ou telle doctrine relative à la physique; mais parmi les auteurs qui se firent remarquer par leur intolérance, je placerai au premier rang plusieurs laïques qui eurent des droits réels à une réputation scientifique. Tels furent, entre autres, Williams, inspecteur des mines d'Édimbourg, qui, en 1789, publia une « Histoire Naturelle du Règne Minéral, » ouvrage de beaucoup de mérite pour l'époque, et d'une grande utilité pratique sous le rapport des excellentes données qu'il renferme sur les couches de houille. Je dois dire cependant que dans sa préface, il présente la théorie de Hutton sous un jour complétement faux, et qu'il accuse ce naturaliste d'avoir considéré toutes les roches comme n'étant autre chose que des laves différant de couleur et de structure les unes à l'égard des autres. Il lui reproche ensuite de s'être emparé de tout ce qui existe, pour en faire un appui à sa doctrine de l'éternité du monde (**),

(*) The Task, book III « The Garden. » (La Tâche, livre III, Le Jardin).

(**) P. 577.

s'applique à faire ressortir l'influence pernicieuse de ces idées sceptiques, comme conduisant tout naturellement à l'incrédulité et à l'athéisme, et ne tendant à rien moins qu'à déposséder le souverain créateur de l'univers de son emploi sublime (*).

Kirwan. — *Deluc.* — Tout en n'étant pas dépourvu de connaissances assez étendues comme chimiste et comme minéralogiste, Kirwan, président de l'Académie royale de Dublin, ne laissa pas toutefois d'avoir, dans le monde savant, une réputation bien au-dessus de celle à laquelle son mérite lui donnait droit. Dans l'introduction de ses « Geological Essays » (Essais géologiques), ouvrage publié en 1799, il dit que la *saine* géologie *ajoutait une nouvelle force* à la religion, et était appelée à dissiper certains systèmes athées ou impies, tels que ceux qui avaient été émis récemment (**). Il fut le défenseur outré de la théorie qui admet l'origine aqueuse de toutes les roches; et c'est tout au plus si Burnet et Whiston allèrent aussi loin que lui dans les efforts qu'ils tentèrent pour faire des écrits de Moïse un rempart à leurs opinions.

Deluc, dans le discours préliminaire de son Traité de Géologie (***), dit : « Les armes de ceux qui at-

(*) P. 59.

(**) Introd. p. 2.

(***) Paris, 1809.

taquent la religion révélée ont changé, et il faut y conformer sa défense : on l'attaque par la *Géologie*, et c'est nécessairement une science à acquérir par les théologiens. » Le même auteur attribue le défaut de durée ou le manque de succès des anciens systèmes géologiques, à leur nature anti-mosaïque, et à l'esprit contraire à « la sublime tradition » dans lequel ils étaient conçus. Ces suppositions, qui, de même que plusieurs autres assertions analogues, se trouvent répétées dans les ouvrages de Deluc, semblent avoir été confirmées par quelques auteurs modernes; cela fait que, dans l'intérêt de la justice, nous croyons devoir déclarer qu'aucun des divers géologues dont nous venons de passer les ouvrages en revue, ne s'est rendu coupable d'efforts tendant à détruire les dogmes de l'Écriture, à l'aide d'arguments réellement empruntés à la saine physique. La plupart de ceux, au contraire, qui furent assez heureux « pour découvrir les vraies causes des choses, » méritèrent rarement qu'on leur appliquât cette partie du panégyrique du poëte :

« Atque metus omnes.....
Subjecit pedibus..... »

La prudence, ou, pour mieux dire, la réserve craintive de plusieurs auteurs italiens anciens se laisse

aisément apercevoir dans leurs écrits. On voit que s'ils ont adhéré à certaines idées, et particulièrement à la donnée du Déluge, ce fut bien plutôt par égard pour les préjugés alors dominants, que pour obéir à leurs propres convictions. Aussi, tout en regrettant qu'ils se soient laissés aller à une telle dissimulation, ne peut-on guère les en blâmer; car leur manque de courage moral doit être surtout attribué à l'intolérance des temps, qui seule mérite la censure de la postérité, et à ce pouvoir inquisitorial qui força Galilée à abjurer (*).

Hutton répondit aux attaques de Kirwan non-seulement avec la plus vive chaleur, mais encore avec toute l'indignation que devaient lui faire éprouver des reproches aussi peu mérités que ceux qui lui étaient adressés. « Il avait toujours témoigné, » dit Playfair, « une profonde admiration pour l'intention

(*) On trouve dans un très-bon article sur la « vie de Galilée,» publié par M. Drinkwater, dans la « Library of Useful Knowledge » (Bibliothèque des Connaissances Utiles), qu'en 1828, l'ouvrage de Galilée et le livre de Copernic figuraient encore, à Rome, sur la liste des ouvrages à l'index, avec les mots : « Nisi corrigatur ; » car, à l'exception de certains passages, ils étaient sanctionnés. Cependant, le professeur Scarpellini m'assura, cette même année, que Pie VII, pontife distingué par son amour pour les sciences, avait fait rapporter les édits publiés contre Galilée et le système de Copernic. Dans l'assemblée de la Congrégation, qui fut convoquée à cet effet par le

bienfaisante qui se manifeste dans l'ordre de l'univers; et il affectionnait par-dessus tout, dans sa théorie, ce qui pouvait répandre quelque clarté sur les causes finales. » Pour ce qui regarde Playfair personnellement, on peut dire, sans manquer à la vérité, qu'il n'existe point d'ouvrages scientifiques anglais qui contiennent des passages plus éloquents que les siens sur la grandeur et l'harmonie que l'on remarque jusque dans les moindres détails de la création : aussi, peut-on dire de ces ouvrages qu'ils sont l'expression sincère d'un esprit qui s'attache à l'étude de la Nature comme à ce qu'il y a de plus propre à nous porter vers la contemplation de la cause première de tout ce qui existe. Dans tout autre moment, l'élégance et l'énergie du style de Playfair auraient assuré aux théories Huttoniennes la plus grande popularité; mais, par une coïncidence sin-

pape, feu le cardinal Toriozzi, assesseur du Sacré-Collége, fit la proposition « de purger l'Église du scandale auquel donnait lieu le maintien de ces édits » L'assemblée entière, à l'exception d'un seul de ses membres, un dominicain, s'empressa d'adhérer à cette motion, et le rapport fut prononcé. Dès longtemps avant la décision du Sacré-Collége, la théorie Newtonienne était enseignée à la Sapienza, ainsi que dans toutes les Universités catholiques de l'Europe (excepté, à ce que j'ai ouï dire, dans celle de Salamanque); mais par respect pour les décrets de l'Église, les professeurs étaient tenus de se servir du mot d'*hypothèse* au lieu de celui de théorie. Aujourd'hui, on dit : la *théorie* de Copernic.

gulière, le Neptunianisme et l'orthodoxie étaient alors rangés sous la même croyance, et le préjugé dominait à tel point, que la majorité se trouva entraînée à admettre l'hypothèse du fluide chaotique, ainsi que plusieurs autres idées cosmologiques de Werner. Ces fictions, le professeur saxon les avait empruntées de ses prédécesseurs, sans les améliorer en aucune façon, et même sans les modifier d'une manière notable. Quant à la tolérance avec laquelle elles furent accueillies, on ne peut l'attribuer qu'à ce que ne reposant ni sur l'Écriture, ni sur des données que le bon sens pût admettre, on les considérait comme trop conjecturales et trop dénuées de fondement, pour craindre qu'elles pussent jamais heurter bien vivement les préjugés existants.

Suivant Deluc, la première distinction essentielle à faire entre les divers phénomènes qui se manifestent à la surface de la terre, consistait à déterminer les résultats des causes actuelles, et ceux dont les causes ont cessé d'exister. Il supposait que la forme et la composition de la masse de nos continents devaient, ainsi que leur élévation au-dessus du niveau de la mer, être attribuées à des causes qui n'agissaient plus, et que la mise à sec de ces continents avait eu lieu à l'époque peu ancienne de la retraite subite de l'Océan, dont les eaux avaient pris place dans des ca-

vités souterraines. Il pensait aussi que les roches qui composent la croûte de la terre avaient commencé à se former dans le temps où le granit s'était précipité d'un certain liquide primordial; qu'ensuite, d'autres couches renfermant des restes d'êtres organisés s'étaient déposées, à leur tour, jusqu'à ce qu'enfin la mer actuelle, formant en quelque sorte le résidu du liquide primordial, cessât de produire des couches minérales (*).

William Smith, 1790. — Tandis que les opinions des écoles rivales de Freyberg et d'Édimbourg faisaient grand bruit et étaient chaudement soutenues par de zélés partisans, les travaux de William Smith, ingénieur anglais, privé des avantages de la fortune et de ceux que procure dans le monde une position élevée, étaient à peine remarqués. Cet auteur publia d'abord, en 1790, son « Tableau des couches Britanniques, » dans lequel il proposa un mode de classification applicable aux formations secondaires de l'ouest de l'Angleterre. Bien qu'entre Werner et Smith il n'y ait jamais eu de communications relatives à leurs travaux, cet ouvrage fait voir que non-seulement son auteur avait, à l'égard des lois qui président à la superposition des roches stra-

(*) Traité élémentaire de Géologie, Paris, 1809.

tifiées, des idées toutes Wernériennes, mais, qu'en outre, il savait fort bien que l'ordre de succession de certains groupes n'était jamais interverti, et que, même en des points très-éloignés les uns des autres, ces groupes pouvaient être identifiés à l'aide des corps organisés qu'ils renferment.

Après la publication de l'ouvrage qui vient d'être cité, Smith s'occupa de la construction d'une carte géologique générale de l'Angleterre, — travail que, par suite du rare désintéressement de son esprit, il s'empressait de communiquer à tous ceux qui désiraient en avoir connaissance, ne craignant pas que ses idées fussent émises par d'autres que par lui, et fournissant, au contraire, à ses contemporains, tous les moyens possibles de concourir à l'accomplissement de la tâche intéressante et laborieuse qu'il s'était proposée. Sa carte, complétement terminée en 1815, est un monument qui atteste tout à la fois un talent original et une persévérance vraiment extraordinaire; car, pour se mettre à même d'exécuter fidèlement un pareil travail, Smith n'avait pas craint d'explorer tout le pays à pied; et cela, non-seulement sans l'assistance d'aucun observateur qui l'eût précédé, mais encore sans aucun aide qui prît part à ses recherches. Il avait réussi, de plus, à classer par divisions naturelles toute la série si compliquée des roches Britanniques. D'Aubuis-

son, un des élèves les plus distingués de Werner, paya un juste tribut d'éloges à ce travail remarquable, en faisant observer que « ce que plusieurs minéralogistes célèbres avaient mis un demi-siècle à faire pour une petite partie de l'Allemagne, un seul homme l'avait exécuté pour l'Angleterre entière (*). »

Werner fut obligé de créer un nouveau langage pour désigner les subdivisions de roches qu'il introduisit dans la science. Quelques-uns de ses termes techniques, tels que ceux de grauwacke, de gneiss, et plusieurs autres, furent admis dans tous les pays de l'Europe. Quant à Smith, il appliqua à sa nomenclature un grand nombre de noms locaux anglais, dont la résonnance était souvent barbare, ainsi que l'on peut en juger par les désignations de gault, de cornbrash, de clunchclay, etc. Plusieurs de ses subdivisions conservent encore, dans les nomenclatures anglaises, la place qu'il leur a assignée; de sorte qu'il est facile d'en déduire ses droits de priorité par rapport à leur classification.

(*) Voyez le Mémoire du docteur Fitton, déjà cité, p. 116.

DES PROGRÈS DE LA GÉOLOGIE DANS LES TEMPS MODERNES.

L'animosité qui régnait entre les factions rivales de Saxe et d'Écosse en était venue au point que les dénominations de Neptunistes et de Vulcanistes équivalaient à des termes de reproche. Quant à la recherche de la vérité, elle était également négligée par les deux partis; car chacun d'eux avait bien plus à cœur de trouver des arguments favorables à sa propre cause, ou contraires à celle de ses adversaires, que de concourir au progrès réel de la science. Sur ces entrefaites, apparut une nouvelle école, qui, s'appliquant à conserver la plus stricte neutralité, et professant la plus complète indifférence pour les systèmes de Hutton et de Werner, consacra tous ses travaux à l'observation. La réaction provoquée par l'exaltation des sectes antagonistes disposa dès lors les esprits à une réserve extrême. Les idées hypothétiques firent place au doute et à l'incertitude; et, dans la crainte de s'exposer au soupçon de pencher pour un parti ou pour un autre, quelques géologues poussèrent le scrupule jusqu'à ne vouloir se faire aucune opinion sur les causes des phénomènes dont ils étaient témoins, et jusqu'à se montrer sceptiques dans les cas même où les consé-

quences qui découlent naturellement des faits observés ne permettaient pour ainsi dire aucun doute.

Société Géologique de Londres.— Bien qu'à l'époque à laquelle ce changement eut lieu, la prévention contre toute espèce de théorie fût portée un peu trop loin peut-être, il n'en est pas moins vrai que rien, dans un tel moment, ne pouvait être plus heureux que l'interruption des nombreux essais qui, en si peu de temps, avaient été tentés à l'égard de ce que l'on appelait des « Théories de la terre. » Mais pour atteindre le but vers lequel tendait l'école dont il s'agit, une grande masse de données nouvelles devenait nécessaire. La Société Géologique de Londres, fondée en 1807, en fournit un bon nombre pour sa part. Multiplier et recueillir les observations, en attendre patiemment le résultat dans l'avenir, tel était le but que se proposaient les hommes de la nouvelle école. Ils avaient pour maxime favorite que le moment d'adopter un système général de géologie n'était pas encore venu, mais que pour le hâter, on devait, durant plusieurs années, s'occuper exclusivement du soin de préparer aux générations futures les matériaux nécessaires pour arriver à cette fin. En ne cessant d'agir d'après ces principes, ils eurent en peu d'années entièrement désarmé les préjugés, et mis la science qu'ils cultivaient

à couvert de l'accusation d'être une science dangereuse, ou tout au moins imaginaire.

C'est, ainsi que l'a remarqué un auteur moderne célèbre, à trois des principales nations de l'Europe, l'Allemagne, l'Angleterre et la France, que trois des branches les plus importantes de la géologie ont dû, pendant le demi-siècle dernier, leur avancement successif (*). En effet, n'est-ce pas en Allemagne, là où, pour la première fois, les caractères minéralogiques des roches furent décrits avec précision par Werner, que l'étude systématique de ce que l'on peut appeler la géologie minéralogique prit naissance et se développa avec le plus d'activité? D'un autre côté, l'Angleterre n'a-t-elle pas le droit de revendiquer pour sa part le plus grand nombre des travaux que nécessita la classification des formations secondaires, caractérisées par leurs fossiles? A ces travaux concoururent principalement Smith, dont nous parlions tout à l'heure, et plusieurs des membres les plus actifs de la Société Géologique de Londres. Quant à la troisième branche de la science, celle qui se rapporte aux formations tertiaires, elle naquit en France, où elle dut son origine au magnifique ouvrage de Cuvier et Brongniart, publié en 1808,

(*) Whewell, British Critic (Critique Britannique), N° XVII, p. 187 1831.

sous le titre de « Essai sur la Géographie minéralogique et sur les débris organiques des environs de Paris. ».

Le langage technique de la science et les méthodes actuelles de classification, peuvent encore nous faire reconnaître les différents pays où, à des époques diverses, ces trois branches distinctes de la géologie commencèrent à être cultivées. Ainsi, par exemple, de même qu'un très-grand nombre de roches et de minéraux simples ont conservé jusqu'à présent les noms allemands qui leur ont été donnés dans le principe, de même aussi, les terrains secondaires observés en Europe ont continué à être désignés par des noms analogues aux types anglais, auxquels nous avouerons en passant qu'on les a trop exclusivement rapportés. Enfin, pour ce qui regarde les subdivisions qui, pour la première fois, ont été établies dans la série de couches du bassin de Paris, elles ont été considérées comme autant de groupes normaux auxquels on a cru devoir comparer tous les autres dépôts tertiaires de l'Europe, alors même que souvent rien, comme on le verra plus tard, ne justifiait ce rapprochement (*).

Nulle époque ne pouvait être plus favorable à la découverte d'un grand nombre de fossiles bien con-

(*) Livre IV, ch. II.

servés, dans le voisinage de Paris, que le commencement du siècle actuel; car jamais, auparavant, l'histoire naturelle n'avait été cultivée avec autant d'enthousiasme dans cette capitale de la France. Les travaux de Cuvier en anatomie comparée, et ceux de Lamarck en conchyliologie, placèrent ces deux parties de la science à un rang auquel, jusqu'alors, on ne les avait pas jugées susceptibles de s'élever. Les investigations de ces savants eurent accidentellement pour effet de dissiper le préjugé qui avait longtemps prévalu relativement au défaut d'analogie qu'on supposait exister entre l'état ancien et l'état moderne du globe. Une comparaison attentive des espèces récentes et fossiles, et les conséquences déduites de cette comparaison par rapport à leurs mœurs, accoutumèrent le géologue à regarder notre planète comme ayant été à diverses époques successives la demeure d'animaux et de plantes d'espèces différentes, les unes terrestres, les autres marines, d'autres, enfin, lacustres et fluviatiles. De telles considérations firent insensiblement disparaître les idées fantastiques de catastrophes et de confusion chaotique, auxquelles s'était livrée l'imagination des premiers cosmologistes. On découvrit des preuves nombreuses de la précipitation tranquille des matières sédimentaires, et du développement lent et progressif de la vie organique. Quand plusieurs auteurs, au nombre des-

quels était Cuvier lui-même, persistaient à soutenir « que le fil de l'induction était rompu (*). » ils professaient un dogme que dans la pratique ils étaient loin de confirmer, puisque dans le rapprochement qu'ils établissaient entre les espèces récentes et fossiles, ils procédaient d'après les règles les plus strictes de l'induction. L'adoption des mêmes noms de genres, et quelquefois des mêmes noms d'espèces pour désigner les débris des animaux fossiles et leurs analogues vivants, était un point essentiel pour familiariser l'esprit avec la donnée de l'identité et de l'unité du système à des époques très-éloignées. C'était, en quelque sorte, reconnaître qu'une partie, au moins, des antiques annales de la Nature était écrite en un langage vivant. L'importance croissante de l'histoire naturelle des débris organiques peut donc être considérée comme le trait caractéristique des progrès de la géologie durant le siècle actuel; car, indépendamment de ce que cette branche de la science est déjà devenue d'un immense secours dans la classification géologique, elle continue encore chaque jour à fournir de nouvelles données, propres à étendre et à agrandir les idées relatives aux anciennes révolutions du globe.

Quand on compare le résultat des travaux qui ont

(*) Discours sur les Révolutions de la surface du globe.

été exécutés pendant ces quarante dernières années avec celui des observations faites dans le cours des trois siècles précédents, on ne peut s'empêcher de prévoir le haut degré d'avancement auquel, suivant toute probabilité, la géologie est appelée à parvenir, non-seulement dans la suite des temps, mais à l'aide même des efforts de la génération actuelle. Jamais peut-être, en un aussi court intervalle, aucune science, si ce n'est l'astronomie, ne mit au jour un si grand nombre de vérités nouvelles et imprévues, et ne renversa autant de préjugés. Ainsi, par exemple, de même que l'illusion de nos sens nous fit considérer la terre comme étant en repos, jusqu'à ce qu'après bien des siècles, l'astronome eût reconnu qu'elle était emportée dans l'espace avec une inconcevable vitesse, de même aussi la surface de notre planète fut regardée comme n'ayant éprouvé aucune altération depuis sa création, jusqu'au moment où, à son tour, le géologue eût constaté que non-seulement elle avait été jadis le théâtre d'innombrables changements, mais que, de plus, elle était encore, à présent, sujette à de lentes, mais incessantes fluctuations. La découverte d'autres systèmes que le nôtre dans les régions sans bornes de l'espace fut le triomphe de l'astronomie. Reconnaître le même système à travers plusieurs transformations, — l'entrevoir, à diverses époques successives, orné de vallées, de montagnes, de mers, de lacs, respec-

tivement différents, suivant chacune de ces époques, et peuplé d'habitants nouveaux, tel fut le fruit, telle fut la noble récompense des recherches géologiques. Le géomètre mesure les régions de l'espace et les distances relatives des corps célestes; quant au géologue, c'est le temps qu'il compte. Pour évaluer les myriades de siècles qui passent sous ses yeux, ce n'est pas l'arithmétique qu'il emploie, mais certains symboles présentant à l'esprit des idées mieux définies de l'immensité du temps que des figures ne pourraient le faire; c'est cet enchaînement d'événements physiques, cette longue suite de phénomènes qui, dès les périodes les plus reculées de l'histoire du globe, ont eu lieu soit dans le monde animé, soit dans le monde inorganique.

Pour ce qui regarde la question de savoir si nos recherches, relativement à l'histoire de la terre et à sa structure, seront, sous le rapport de l'utilité pratique, d'un aussi grand avantage pour le genre humain que la connaissance des cieux, c'est à la postérité seule qu'il appartient d'en juger. L'application de l'astronomie aux arts utiles ne leur devint réellement profitable que lorsque cette science se fut enrichie des observations recueillies dans l'espace de plusieurs siècles, et lorsqu'elle eut réussi à remplacer par une théorie rationnelle les préjugés qui dominaient avant elle. Quant à la géologie,

outre qu'elle ne commença à être cultivée qu'à une époque de beaucoup postérieure à celle qui fut témoin des immenses progrès de l'astronomie, elle eut constamment à lutter contre les préventions les plus opiniâtres, chaque fois que, jusqu'à ce jour, elle chercha à se rapprocher de quelque principe basé sur une saine doctrine. Toutefois, les avantages pratiques qui en sont déjà résultés n'en ont pas moins une importance réelle. Pour ce qui est des généralisations auxquelles cette science a donné lieu, elles laissent encore beaucoup à désirer, et tout porte à croire que c'est à ceux qui viendront après nous que sont réservés les fruits les plus précieux de nos travaux. Quoi qu'il en soit, c'est pour nous qu'aura été le charme de la découverte; et si, pour explorer le noble et admirable champ offert à nos recherches, nous avions besoin de quelque encouragement, nous pourrions le trouver dans ce qu'a dit un grand historien de notre époque, que « celui qui rappelle à la vie ce qui a cessé d'être, ressent une jouissance égale à celle de créer (*). »

(*) Niebuhr's Hist. of Rome (Histoire Romaine de Niebuhr).

CHAPITRE V.

DES PRÉJUGÉS QUI ONT RETARDÉ LES PROGRÈS DE LA GÉOLOGIE.

Des préjugés relatifs à la durée des temps passés. — De ceux auxquels donne lieu notre position particulière comme habitant les continents, et de ceux qui proviennent de l'impossibilité où nous sommes d'être témoins des changements souterrains actuellement en voie de s'accomplir. — Différence apparente entre la marche actuelle de la Nature et celle d'autrefois, résultant de la combinaison de ces diverses causes. — Considérations relatives aux objections qui ont été faites à la théorie par suite de laquelle on admet que les changements anciennement produits à la surface du globe sont dus à des causes analogues, quant à la nature et à l'intensité, à celles qui agissent de nos jours.

Lorsqu'on réfléchit à l'histoire des progrès de la géologie que viennent de retracer les chapitres précédents, l'esprit s'arrête naturellement aux variations nombreuses qu'ont subies les opinions relatives aux causes auxquelles doivent être attribués tous les anciens changements qui ont eu lieu à la surface du

globe. Les premiers observateurs considéraient les monuments que les géologues s'efforcent aujourd'hui de déchiffrer, comme se rapportant à l'état originel de la terre, ou à une période à laquelle agissaient des causes différentes de celles qui de nos jours constituent l'économie de la Nature. Mais ces idées se modifièrent graduellement, et plusieurs même d'entre elles furent complétement abandonnées, à mesure que les observations se multiplièrent, et que les signes qui révèlent d'anciens changements furent plus habilement interprétés. Plusieurs phénomènes dans lesquels, pendant longtemps, on avait cru voir la preuve de l'existence d'un agent mystérieux et extraordinaire, finirent par être reconnus comme n'étant autre chose que le résultat nécessaire des lois qui, à l'époque actuelle, gouvernent le monde matériel; et la découverte inespérée d'une telle conformité amena enfin quelques savants à l'idée que, pendant la suite de périodes qu'embrasse la géologie, les mêmes lois n'avaient jamais cessé de présider d'une manière uniforme à tous les changements qui s'étaient produits à la surface de notre planète. De plus, ces savants pensant que les mêmes causes générales avaient pu suffire pour donner lieu, par leurs différentes combinaisons, à la diversité infinie d'effets que l'écorce du globe a pris soin d'enregistrer dans ses annales, ils supposèrent que les

temps à venir ramèneraient de nouveau les mêmes combinaisons, et, par suite, des changements analogues à ceux des temps passés.

Soit que l'on adopte ou que l'on rejette cette doctrine, toujours du moins faut-il convenir que les progrès graduels de l'opinion, relativement à la série de phénomènes qui se sont accomplis à des époques extrêmement reculées, ressemblent, d'une manière singulière, à ceux qui, chez tous les peuples, ont accompagné le développement de leur intelligence, à l'égard de l'économie de la Nature, telle qu'elle se manifestait de leur temps. Ainsi, par exemple, aux premiers âges de la science, alors qu'un grand nombre de phénomènes naturels restaient encore inexpliqués, une éclipse, un tremblement de terre, une inondation, l'approche d'une comète, et divers autres événements que plus tard on reconnut pour faire partie du cours régulier de la Nature, étaient considérés comme autant de prodiges. Les phénomènes d'un ordre moral même n'échappaient pas toujours à ce genre d'erreur; car souvent on les attribuait aux démons, aux esprits, aux sorciers, ou à quelque autre cause immatérielle et surnaturelle. Peu à peu, cependant, plusieurs des énigmes du monde moral et physique vinrent à s'expliquer, et dès lors il fut possible de juger qu'au lieu de dépendre de causes irrégulières et extérieures, les effets en question

résultaient de lois fixes et invariables. Le philosophe se convainquit enfin de l'uniformité constante des causes secondaires ; et, guidé par sa confiance dans ce principe, il établit le degré de probabilité que lui semblaient offrir les récits de certains événements passés, rejetant la plupart des contes fabuleux des temps anciens comme étant inconciliables avec l'observation des faits qu'il appartenait à des siècles plus civilisés de signaler.

Des préjugés relatifs à la durée des temps passés. — Par suite de la croyance généralement admise pendant longtemps qu'il y avait défaut de conformité dans les causes qui, durant les temps anciens et modernes, ont donné lieu aux modifications que l'écorce du globe a subies, et par suite aussi de la confiance qu'ont accordée à cette opinion des hommes convaincus que l'ordre de la Nature était resté uniforme pendant plusieurs des derniers milliers d'années qui se sont écoulés, nous croyons devoir apporter une attention toute particulière à l'examen des circonstances qui, suivant toute probabilité, ont exercé quelque empire sur l'esprit de ces hommes, et donné à leurs idées une fausse direction. Le lecteur comprendra aisément que quelque régulier qu'ait été le cours de la Nature depuis les époques les plus anciennes, il était impossible que ceux qui,

les premiers, s'occupèrent de géologie, crussent à un tel ordre de choses, tant qu'ils restèrent sous l'influence de l'erreur qui pendant longtemps exista relativement à l'âge du monde, et à l'époque de la création des premiers êtres animés. Quelque fantastiques que puissent nous paraître certaines théories enfantées dans le cours du seizième siècle, et quelque indignes qu'elles soient d'avoir appartenu à des hommes d'un talent éminent et d'un grand jugement, nous n'en devons pas moins être bien assurés que, si de nos jours quelque erreur semblable venait à s'introduire dans notre histoire, elle ne manquerait pas de donner encore lieu aux mêmes absurdités. Supposons, par exemple, que Champollion, ainsi que tous les autres littérateurs français et toscans qui dans ces derniers temps ont exploré les antiquités de l'Égypte, aient visité ce pays avec la ferme conviction qu'avant le commencement du dix-neuvième siècle, aucun individu de la race humaine n'habita les bords du Nil; supposons, en outre, que cette idée ait été aussi fortement invétérée en eux que l'était chez nos ancêtres l'opinion que, jusqu'à la création des continents actuels et des espèces aujourd'hui existantes, la terre n'avait servi de demeure à aucun être vivant, et dès lors il nous sera facile de concevoir à quels systèmes extravagants ces savants auraient été forcés de recourir, pour expliquer, sous l'impression

d'une semblable erreur, l'origine des monuments découverts en Égypte. La vue des pyramides, des obélisques, des statues colossales, et des temples en ruine que cette contrée renferme en si grand nombre, les eût tellement étonnés, que, pendant quelque temps, ils auraient été comme des hommes soumis au pouvoir d'un charme, et hors d'état de se livrer à aucun bon raisonnement. Leur première pensée eût été, sans doute, d'attribuer la construction de ces ouvrages gigantesques à quelque puissance surhumaine d'un monde primitif; et il est assez probable que, pour sortir d'embarras, ils auraient imaginé un système analogue à celui que Manetho avait mis si gravement en avant, savoir, qu'à l'origine l'Égypte fut gouvernée par une dynastie de dieux, dont Vulcain, qui régna neuf mille ans, fut le premier monarque; qu'à Vulcain succédèrent Hercule et plusieurs autres demi-dieux, qui, à leur tour, furent remplacés par des rois de la race humaine.

Si, après s'être arrêtés quelque temps à ces rêves de leur imagination, nos antiquaires fussent venus à découvrir quelque vaste dépôt de momies, oh! alors, leurs premières erreurs se fussent dissipées sur-le-champ. Quant à ceux qui n'auraient pas été témoins par eux-mêmes de cette découverte, ils ne seraient revenus que bien plus difficilement et plus tardivement de leurs préjugés. Ce-

pendant, les récits unanimes d'un grand nombre de voyageurs eussent fini par les obliger à accommoder leurs anciennes théories à quelques-uns des faits nouveaux — tâche qui n'aurait pas exigé moins d'esprit que de sagacité; car on ne peut se dissimuler qu'il eût été pour eux bien difficile d'avoir tout à la fois à modifier et à défendre leurs vieilles positions. Chaque découverte nouvelle eût contredit un nombre toujours croissant d'analogies connues, par la raison que lorsqu'une théorie repose sur une base fausse, elle devient de plus en plus impuissante à mesure que les faits se multiplient. C'est là précisément ce qui arriverait si aujourd'hui les géomètres voulaient essayer d'établir un système astronomique sur l'hypothèse de l'immobilité de la terre.

Parmi les cent autres conjectures bizarres que l'on pourrait faire encore sur l'histoire de l'Égypte, il est à croire que les suivantes n'échapperaient pas à ceux qui seraient tentés de s'appesantir sur un pareil sujet : « D'après le peu de temps, » diraient-ils, « qui « s'est écoulé depuis l'époque où, pour la première « fois, des colonies s'établirent sur les rives du Nil, « il est impossible de regarder les objets curieux « qu'on appelle momies comme ayant jamais appar- « tenu à des êtres humains. On doit supposer plutôt « qu'elles ont été engendrées par quelque *vertu plas- « tique* résidant dans l'intérieur de la terre, ou croire

« que ce sont des produits avortés de la Nature s'es-
« sayant pour le grand œuvre de la création. Car si des
« êtres difformes naissent quelquefois, même à présent
« que le système de l'univers a acquis son entier déve-
« loppement, combien, à plus forte raison, devait-il y
« en avoir qui, venus avant leur temps, se trouvaient
« à peine formés à moitié, quand notre planète elle-
« même n'était encore qu'à l'état d'embryon? D'un
« autre côté, si de telles idées semblent de nature à
« abaisser la perfection que l'on doit attribuer à Dieu,
« et si ces momies offrent en tout point la représenta-
« tion exacte du corps humain, ne pourrait-on pas les
« considérer aussi bien comme un commencement d'or-
« ganisation que comme un reste de destruction, c'est-
« à-dire, comme un essai pour l'avenir plutôt qu'un ré-
« sultat du passé? Ne serait-ce point son sein, et non sa
« tombe, que la Nature dévoilerait ainsi à nos regards?
« Et ces images, enfin, ne seraient-elles pas comme les
« ombres de Virgile, attendant la vie dans son Élysée, —
« des types d'hommes non encore appelés à l'existence?»

Soutenues par d'éloquents écrivains, de telles rêveries ne manqueraient pas d'avoir de nombreux partisans parmi ceux qui, par suite de leurs anciens préjugés, seraient intéressés à s'y livrer; et cela, parce qu'elles les dispenseraient de la nécessité, toujours si pénible, d'abandonner des idées que pendant longtemps on a crues fondées. Quelque incroya-

ble que paraisse un pareil scepticisme, on peut dire cependant, sans être taxé d'exagération, que plusieurs systèmes des seizième et dix-septième siècles l'ont égalé en invraisemblance. Parmi ces divers systèmes, nous citerons, entre autres, celui du savant Falloppio, qui regardait les défenses d'éléphants fossiles comme des concrétions terrestres, et les poteries ou fragments de vases qui ont été trouvés au Monte-Testaceo, près de Rome, comme l'œuvre de la Nature, et non comme des produits de l'art. Mais, pour en finir avec notre supposition, admettons que la génération imbue des fausses idées que nous venons de signaler, vienne à disparaître, et se trouve remplacée par une autre qui ne se soit jamais occupée du soin de défendre des doctrines vieillies; on comprendra dès lors comment celle-ci, examinant sans partialité les preuves fournies par les momies, n'hésitera pas à reconnaître et à déclarer qu'avant le dix-neuvième siècle, l'Égypte était habitée par des êtres humains. Ce fait, dès ce moment, se trouvera incontestablement établi; mais il se pourrait qu'un siècle entier eût été employé à le vérifier, avant que les travaux des savants occupés du soin de le constater soient parvenus à éclaircir quelque point historique d'une importance réelle.

Ce préjugé, toutefois, n'était pas le seul que les premiers géologues eurent à combattre. Tout en reconnaissant que la terre avait servi de demeure à des

êtres animés, depuis bien plus longtemps qu'on ne l'avait supposé d'abord, ils étaient loin d'accorder à cette période la durée qu'on admet généralement aujourd'hui. Or, on concevra sans peine combien une erreur de ce genre doit nuire à l'adoption de toute idée rationnelle touchant l'ordre de choses ancien, si l'on se met à la place d'un lecteur qui parcourrait les annales des transactions civiles et militaires d'une grande nation, sous l'influence de l'idée que les faits relatés dans ces annales n'ont mis que cent ans au lieu de deux mille, par exemple, à s'accomplir. Une telle histoire aurait bien certainement tout l'air d'un roman, tant les événements y seraient dépourvus de vraisemblance, et s'accorderaient peu avec la marche actuelle des affaires humaines. Les incidents s'y presseraient en foule; les armées et les flottes ne paraîtraient s'assembler que pour être aussitôt détruites, de même que les villes ne sembleraient s'élever que pour tomber en ruines l'instant d'après. Les transitions les plus violentes auraient lieu entre les guerres étrangères ou les guerres intestines, et les périodes de paix, et les travaux exécutés durant ces années de désordre ou de tranquillité, surpasseraient en grandeur tout ce que l'on est en droit d'attendre du pouvoir de l'homme.

Eh bien! celui qui étudierait les monuments de la Nature, l'esprit imbu d'une prévention semblable, se

ferait un tableau non moins exagéré de l'énergie et de la violence des causes qui les auraient produits, et éprouverait une difficulté également insurmontable à concilier l'état ancien du monde avec son état actuel. Si, par exemple, on pouvait embrasser d'un seul et même coup d'œil tous les cônes volcaniques qui, dans l'intervalle des cinquante siècles derniers, ont été formés en Islande, en Italie, en Sicile, ainsi qu'en diverses autres parties de l'Europe, et que, d'un autre côté, on pût apercevoir dans leur ensemble, les laves qui, durant le même espace de temps, se sont répandues à la surface du sol; les dislocations, les affaissements et les soulèvements occasionnés par les mouvements souterrains; les terres ajoutées à différents deltas, ou celles, au contraire, qu'a englouties la mer; on aurait, en tenant compte aussi des effets destructeurs résultant des inondations, et en supposant que tous ces événements ont eu lieu dans le cours d'une seule année, des idées vraiment exagérées sur la soudaineté de ces révolutions, et sur l'activité des agents qui les auraient déterminées. Et, si l'année suivante, un aussi grand nombre de changements venaient à se passer sous nos yeux, on serait nécessairement amené à en conclure qu'une grande crise de la Nature était prête à se manifester. Si donc, les géologues ont interprété la valeur d'une suite d'événements de manière à ne voir que des siècles là où sont imprimés

des milliers d'années, et des milliers d'années là où le langage de la Nature en accuse des millions, ils ne peuvent se dispenser d'admettre, pour peu qu'ils tirent une conséquence logique des données fausses qui leur ont servi de point de départ, qu'une révolution complète s'est opérée dans le système de l'univers.

S'il était prouvé que la plus grande des pyramides d'Égypte a été l'ouvrage d'un seul jour, personne, je pense, ne manquerait d'en attribuer l'érection à quelque puissance surhumaine. Eh bien ! de même, si l'on admettait que le soulèvement d'une chaîne de montagnes s'est produit dans un laps de temps bien moins considérable que celui qu'a exigé, en réalité, l'accomplissement d'un pareil phénomène, on serait conduit naturellement à supposer que jadis les mouvements souterrains étaient infiniment plus énergiques qu'ils ne le sont aujourd'hui. D'après la certitude que l'on a qu'un seul tremblement de terre peut suffire pour élever la côte du Chili de 3 pieds (9 déc.) environ, terme moyen, sur une étendue de 100 milles (36 lieues), on a calculé que deux mille chocs d'une violence égale à celui qui aurait occasionné un tel résultat, produiraient une chaîne de montagnes de 100 milles (36 lieues) de long, et de 6,000 pieds (plus de 1,800 mètres) de haut. Or, si, dans le cours d'un siècle, il ne se manifestait qu'une ou deux de ces convulsions, les choses coïncideraient exacte-

ment avec ce qui, depuis les périodes les plus anciennes, se passe dans le Chili; tandis que si les deux-mille secousses venaient toutes à se faire sentir dans le siècle suivant, non-seulement le pays entier serait privé de ses habitants, mais bientôt sa surface n'offrirait plus qu'un amas confus de ruines, au milieu duquel un très-petit nombre d'animaux ou de plantes pourraient à peine continuer à vivre.

Une des conséquences inévitables d'une évaluation beaucoup trop faible de la durée des temps passés, est la coïncidence apparente d'événements qui ne peuvent, évidemment, avoir entre eux aucune liaison, ou qui sont tellement extraordinaires, qu'il n'est guère possible de supposer qu'ils aient eu lieu à une seule et même époque. Quand l'association imprévue de quelques-uns de ces rares phénomènes vient à s'offrir dans le cours actuel de la Nature, presque toujours elle éveille l'idée d'une cause surnaturelle, dans l'esprit de ceux qui ne sont point habitués à concevoir la puissance de l'action uniforme des causes secondaires; et c'est, du reste, ce qui arrive souvent quand la mort d'un être qui les intéresse vient à coïncider soit avec l'apparition de quelque météore lumineux, soit avec celle d'une comète, soit enfin avec quelque secousse de tremblement de terre. Il ne faudrait que multipier le nombre de pareilles coïncidences pour troubler les idées de tous les

savants. Tel semble être le but que Woodward s'est proposé d'atteindre dans sa fameuse hypothèse, à en juger, du moins, par le grand nombre d'événements extraordinaires qu'il présente comme étant arrivés dans le court intervalle de quelques mois, bien qu'ils n'offrent entre eux aucune espèce de rapports. Quelque bizarre que soit cette théorie, elle n'est pas à beaucoup près la seule où l'on remarque de semblables inconséquences : beaucoup d'autres encore admettent l'accomplissement d'une longue suite de phénomènes dans un espace de temps pour ainsi dire insensible.

Une autre source d'erreur qui a beaucoup d'analogie avec la précédente, résulte du contact fréquent de certains monuments géologiques dont la production se rapporte à des époques très-éloignées les unes des autres. Souvent nous embrassons d'un seul coup d'œil des effets dus à des causes qui ont agi en des temps d'une ancienneté incalculable, sans qu'aucune circonstance frappante indique l'existence d'une grande lacune dans la série chronologique des archives de la Nature. Dans le long intervalle de temps qui peut s'être réellement écoulé entre les résultats d'opérations ainsi comparées, il n'y aurait rien d'impossible à ce que, par suite de certaines modifications lentes et insensibles, l'état physique du globe eût éprouvé un changement complet : il se pourrait qu'une ou plu-

sieurs races d'êtres organisés eussent disparu de telle ou telle partie du globe, sans y laisser aucune trace de leur existence.

Le passage de l'un de ces états de choses à l'autre semblerait si extraordinaire à celui qui n'aurait aucune connaissance des événements intermédiaires, qu'il ne manquerait pas de l'attribuer à quelque révolution survenue dans le système. Son imagination serait tout aussi embarrassée pour se rendre compte d'une pareille circonstance, qu'elle pourrait l'être pour s'expliquer le rapprochement subit de deux points éloignés de l'espace. Supposons, pour un moment, qu'un savant, qui se serait endormi dans quelque désert des contrées arctiques, se trouvât transporté, par l'effet d'une puissance surnaturelle, analogue à celle qui, dans les contes de fées, joue un rôle si merveilleux, dans une vallée délicieuse des régions tropicales, où, à son réveil, il se vît entouré d'oiseaux au brillant plumage, et de tout ce que ces heureuses régions offrent de plus splendide, tant sous le rapport des formes animales que sous celui des productions végétales; n'est-il pas vrai que, ce qu'il pourrait supposer de plus raisonnable, si l'art nécromantique avait pu, en réalité, le placer dans une situation pareille, serait qu'il est le jouet d'un rêve? Or, nous demandons si un géologue qui formerait des théories sous l'influence d'une illusion semblable,

mériterait plus de confiance qu'on n'en doit accorder à un homme qui rêve?

Le souvenir de la légende des Sept-Dormants mettra peut-être le lecteur mieux à même de comprendre le principe sur lequel je crois utile d'insister. L'époque de la scène exposée dans cette fable populaire se rapporte aux deux siècles compris entre le règne de l'empereur Décius et la mort de Théodose le Jeune, et s'étend, par conséquent, de 249 à 450 de notre ère. Cette époque fut celle de la dissolution de l'empire romain, et celle aussi de l'invasion des Barbares du Nord dans plusieurs des plus belles provinces de cet empire. Le siége du gouvernement avait été transporté de Rome à Constantinople, et le trône, en cessant d'être occupé par un persécuteur païen, était devenu l'héritage d'une dynastie de princes chrétiens et orthodoxes. Le génie de l'empire avait été foulé aux pieds par les conquérants, et les autels de Diane et d'Hercule étaient sur le point d'être consacrés à des saints et à des martyrs catholiques. Or, voici ce que dit la légende : « Dans le temps où les persécutions de Décius continuaient à s'exercer contre les chrétiens, sept jeunes gens, appartenant à de nobles familles d'Éphèse, se cachèrent dans une vaste caverne située sur le flanc d'une montagne voisine de la ville; mais le tyran, ayant eu connaissance du lieu de leur retraite, ordonna qu'on les y laissât périr,

en interceptant soigneusement l'issue de la caverne au moyen d'une pile de très-grosses pierres. Aussitôt que cet acte de cruauté fut accompli, les sept jeunes hommes destinés à en être victimes tombèrent dans un sommeil qui, sans altérer en eux les forces de la vie, fut miraculeusement prolongé pendant cent quatre-vingt-sept ans, au bout desquels les esclaves d'Adolius, à qui, dans cet espace de temps, la montagne était échue en héritage, retirèrent les pierres placées à l'entrée du souterrain pour les employer à la construction de quelque édifice rustique. La lumière du soleil pénétrant alors dans la caverne, éveilla les Sept-Dormants, qui, en sortant de ce sommeil qu'ils croyaient n'avoir duré que quelques heures, se sentirent pressés par la faim. Dans cette conjoncture, ils décidèrent que Jamblichus, un d'eux, retournerait secrètement à la ville pour s'y procurer du pain. Mais Jamblichus, en approchant d'Éphèse, se croyait au milieu d'un pays nouveau, tant ce qui l'entourait avait changé d'aspect. Une croix élevée triomphalement sur la porte principale de la ville, fut surtout ce qui excita sa surprise. D'un autre côté, la singularité de son costume et de son langage confondit le boulanger, dont l'étonnement rédoubla encore à la vue de la médaille de Décius que Jamblichus lui offrit comme monnaie courante, en paiement du pain qu'il venait d'ache-

ter. Cette dernière circonstance l'ayant fait soupçonner d'être détenteur de quelque trésor caché, il fut livré à la justice, et ce ne fut qu'après un long interrogatoire que le juge et lui-même arrivèrent à cette étrange découverte, que près de deux siècles s'étaient écoulés depuis que Jamblichus et ses amis avaient été forcés de chercher un refuge contre les persécutions d'un tyran païen (*). »

Cette légende était, vers la fin du sixième siècle, considérée comme authentique dans toute l'étendue du monde chrétien. Plus tard, Mahomet l'introduisit, à titre de révélation divine, dans le Coran, d'où elle passa à tous les peuples qui, depuis le Bengale jusqu'en Afrique, professaient le mahométisme : ceux-ci, en l'adoptant, ne manquèrent pas de l'embellir. Du reste, on retrouve jusque dans les traditions scandinaves quelques traces d'une allégorie semblable : « La facilité avec laquelle cette fable fut accueillie généralement, peut, » dit l'historien philosophe de la *Décadence de l'Empire romain*, « être attribuée à son mérite ingénieux ; elle fait voir, de plus, combien les hommes se montrent partout avides du merveilleux. Ainsi que nous passons insensiblement de la jeunesse à la vieillesse sans observer le changement

(*) Gibbon, Decline and Fall, etc. (Histoire de la décadence de l'Empire romain), chap. XXXIII.

graduel, mais incessant, qui s'opère dans les choses humaines; de même aussi, dans l'étude de l'histoire, notre imagination s'accoutume, par suite de la série non interrompue de causes et d'effets qui s'y déroulent, à rapprocher, à réunir les révolutions les plus éloignées. Mais si l'intervalle compris entre deux époques mémorables pouvait se trouver anéanti tout d'un coup, et si un spectateur qui, après deux siècles de sommeil, conserverait encore un souvenir récent et animé de l'état de choses qui existait au moment où il s'endormit, pouvait, à son réveil, se trouver transporté au milieu d'un monde nouveau, on conçoit que sa surprise, et les réflexions qu'elle lui suggérerait, seraient de nature à inspirer le roman philosophique le plus original qu'on eût jamais imaginé (*). »

Des préjugés auxquels donne lieu notre position particulière comme habitant la partie continentale de la terre. — Les diverses causes de préjugés que nous avons indiquées jusqu'à présent, peuvent être attribuées, en grande partie, à l'état d'enfance où la science resta pendant longtemps; mais il en est d'autres qui, toutes combinées de manière à produire la même illusion, et à nous fortifier dans la croyance

(*) Gibbon, loc. cit.

que jadis la marche de la Nature différait essentiellement de celle que l'on observe de nos jours, n'ont pas eu moins d'influence sur ceux qui les premiers cultivèrent la géologie, que sur nous-mêmes. Bien que de telles circonstances ne puissent complétement s'expliquer qu'en admettant, comme prouvés, certains faits dont la démonstration fera l'objet d'une autre partie de cet ouvrage, je crois pourtant devoir, dès à présent, en dire quelques mots.

La première difficulté, et la plus grande en même temps, tient à ce que nous ne sommes pas à portée d'apprécier à sa vraie valeur ce que notre position offre de défavorable quand il s'agit d'estimer l'importance des changements actuellement en voie de s'accomplir. Notre ignorance à cet égard nous expose à commettre les erreurs les plus graves chaque fois que nous tentons d'établir quelque comparaison entre l'état ancien et l'état actuel du globe. Comme habitants des continents, nous n'occupons à peu près que le quart de la surface de la terre, et encore cette portion n'offre-t-elle, presque exclusivement, que des scènes de destruction et non de reproduction. Cependant, nous savons que des dépôts nouveaux s'accumulent annuellement dans les mers et dans les lacs, et que, chaque année aussi, de nouvelles roches ignées se forment dans le sein de la terre; mais comme toutes ces opérations se produisent hors de la portée de

nos observations, et que, par conséquent, nous ne pouvons en suivre les progrès que par la pensée, et juger de leur importance qu'à l'aide d'un double effort de raison et d'imagination, il n'est pas étonnant que nous les appréciions d'une manière très-peu rigoureuse. La même cause fait aussi que lorsque des résultats analogues, produits dans les temps anciens, sont soumis à notre examen, nous ne pouvons en reconnaître immédiatement l'analogie. Celui qui, après avoir vu extraire des pierres d'une carrière, assiste à l'embarquement de ces pierres pour quelque port éloigné, est tout aussi embarrassé pour deviner quelle sorte d'édifice elles sont destinées à ériger, que le serait un géologue, qui, placé sur la partie solide de la terre, et témoin de la décomposition des roches qui l'entourent, ainsi que du transport de leurs débris, par les rivières à la mer, chercherait à se représenter les nouvelles strates qui se forment sous les eaux.

Des préjugés qui résultent de l'impossibilité où nous sommes d'être témoins des changements qui s'accomplissent dans l'intérieur de la terre. — La position de l'homme n'est pas moins défavorable lorsque témoin d'une éruption volcanique, il cherche à se rendre compte soit des changements qu'une colonne de laves a produits dans son passage de bas en haut, sur les

strates qu'elle a traversées; soit de la forme qu'affecte, à de grandes profondeurs, la matière fondue en se refroidissant; soit, enfin, de l'étendue probable des rivières souterraines et des réservoirs de matière liquide qui existent au-dessous de lui, à des distances considérables. Or, en ayant égard à tous les désavantages qui entourent un observateur placé à la surface de la terre, on comprendra sans peine de combien de circonspection doivent user ceux qui se livrent à l'étude de l'histoire du globe, privés comme ils le sont de la possibilité de recourir à aucune comparaison entre les parties correspondantes de l'ordre de choses actuel et de celui qui subsistait jadis. Si, au lieu d'occuper la partie solide du globe dont les limites sont si bornées, nous habitions l'Océan, les difficultés de l'observation diminueraient alors considérablement; car, malgré ce que peut avoir de bizarre l'idée qu'en matière de géologie, un être amphibie, doué de nos facultés, arriverait plus aisément que nous à de saines idées théoriques, je ne craindrais pas d'affirmer qu'il en serait ainsi; et cela, par la raison que, d'une part, un tel observateur serait témoin de la décomposition des roches dans l'atmosphère, ou du transport de la matière par l'eau courante; et que, de l'autre, il verrait se former les dépôts sédimentaires qui s'accumulent dans l'Océan, et assisterait à l'enfouissement des divers corps

organisés auxquels ces couches servent de tombeau. Il pourrait aussi, au moyen de l'observation directe, apprécier également l'action d'un torrent descendant d'une montagne, et celle d'un courant sous-marin; comparer les produits volcaniques projetés dans l'atmosphère avec ceux qui sont émis sous les eaux de la mer, et suivre, tout à la fois, le développement d'une forêt et celui d'un récif de coraux. Malgré ces nombreux avantages, il serait loin encore de se trouver à l'abri de toute espèce d'erreurs, et serait, au contraire, exposé à en commettre de très-graves dès qu'il voudrait essayer de raisonner sur les roches d'origine souterraine. Cherchant en vain, dans la sphère de son observation, la moindre analogie directe, par rapport au mode de formation de ces roches, il se verrait conduit à les attribuer, partout où elles se montrent à nu, à un « état initial de la Nature. »

Mais laissons notre imagination aller plus loin encore, et supposons un être exclusivement confiné aux parties inférieures du globe, — un être à l'esprit sombre et mélancolique, qui, de même qu'Umbriel, ait « le pouvoir de pénétrer, à l'aide de noires ailes, jusqu'au centre de la terre, » mais à qui, en revanche, l'entrée des régions de l'eau et de l'air soit interdite, afin qu'il ne puisse, par sa présence, « souiller le pur éclat de la lumière. » On comprend ai-

sément que si un tel être se livrait à des recherches sur la structure du globe, les théories qu'il pourrait imaginer seraient complétement opposées à celles que conçoivent habituellement les observateurs placés à la surface de la terre. Ainsi, par exemple, il supposerait que rien, dans la création, n'est plus ancien que les roches stratifiées contenant des coquilles et d'autres débris organiques, et il considérerait ces roches comme appartenant à l'époque où notre planète commençait à se former. « Soit, » dirait-il, « que ces masses consistent en sable incohérent, en argile molle, ou en pierre compacte, toujours est-il certain qu'aucune d'elles n'a été formée dans les temps modernes. Chaque année, quelques portions sont brisées par l'effet des tremblements de terre, ou fondues par l'action des feux volcaniques, et lorsqu'à leur état de fusion, succède un refroidissement lent, il se produit en elles une forme nouvelle et plus cristalline. Dès lors elles cessent d'affecter la disposition stratifiée qui les caractérisait d'abord, et n'offrent plus aucune trace de ces impressions curieuses et de ces débris fantastiques qui, dans le principe, servaient aussi à les distinguer. Cette action, toutefois, ne peut être considérée comme s'étant continuée indéfiniment; car, s'il en était ainsi, toutes les roches originairement disposées par couches seraient depuis longtemps fondues et cristalli-

sées. Il est donc bien plus probable que jadis, c'est-à-dire, à l'époque où les feux volcaniques n'étaient point encore en activité, la masse entière de la terre était composée de ces formations stratifiées, tout à la fois si curieuses et si mystérieuses. Mais, depuis cette période, il semble y avoir eu un développement progressif de chaleur, qui, suivant toute apparence, ira continuellement en croissant, jusqu'à ce que le globe entier soit dans un état complet de fluidité et d'incandescence. »

Tels eussent été, sans doute, et le système et le langage de notre Gnome dans le temps même où les partisans de Leibnitz, raisonnant sur ce qui se passait à la surface extérieure du globe, se croyaient fondés à enseigner la doctrine opposée du refroidissement graduel, et à affirmer que la terre, après avoir été à l'origine dans un état analogue à celui d'une comète en feu, était destinée finalement à devenir une masse gelée. Les opinions des deux écoles composées d'observateurs placés, les uns à la surface de la terre, et les autres dans l'intérieur du globe, devaient nécessairement être en opposition directe, puisque les unes et les autres, elles étaient la conséquence de préjugés résultant inévitablement de la considération exclusive d'une seule classe de phénomènes. La décomposition annuelle des roches cristallines et ignées est un fait dont l'observation est, sans contredit,

à la portée de l'homme; il en est de même aussi quelquefois de la formation des dépôts stratifiés provenant des débris de ces roches; mais ce qui échappe entièrement à son investigation, c'est la transformation des couches sédimentaires en couches cristallines due à l'action de la chaleur souterraine. L'habitant de la surface du globe est accoutumé à regarder toutes les roches sédimentaires comme étant plus récentes que celles qui ne sont pas stratifiées, et cela par la même raison qu'il les croirait, au contraire, plus anciennes, si, comme l'observateur dont nous parlions tout à l'heure, il était placé de manière à n'être témoin que de la formation des roches ignées.

Il n'y aurait, en vérité, rien d'impossible à ce que les astronomes se fussent, à une certaine époque, trouvés dans une situation analogue à celle où semblent être les géologues aujourd'hui. Si, par exemple, au lieu des Pandectes de Justinien, que, dans la première moitié du douzième siècle, les Italiens découvrirent à Amalfi, ils eussent trouvé quelques manuscrits anciens remplis d'observations astronomiques se rapportant à une période de 3,000 ans, et ayant été faites par d'anciens géomètres qui auraient eu à leur disposition des instruments d'optique aussi parfaits qu'aucun de ceux que possède l'Europe moderne, il y a tout lieu de croire qu'en consultant de pareilles annales, ils auraient été amenés à conclure qu'une grande révolu-

tion s'était opérée dans le système sidéral et dans le système solaire, et une telle conclusion les eût portés; sans doute, à faire le raisonnement suivant : « D'après la précision avec laquelle sont indiquées dans ces tables les positions de plusieurs planètes primaires et secondaires, on ne peut mettre en doute que ces corps aient cessé d'exister, puisqu'à leur place, on ne trouve, à présent, rien autre chose que l'éther. Ces documents attestent de plus, que là où nous ne voyons qu'une seule étoile, jadis il y en avait des milliers. Quelques-unes aussi de celles qui aujourd'hui sont simples, formaient alors deux corps séparés, qui souvent se distinguaient par des couleurs différentes, et tournaient périodiquement autour d'un centre commun de gravité. Rien d'analogue n'existe aujourd'hui dans l'univers; car ces astres, qui n'étaient ni des étoiles fixes, ni des planètes, semblent avoir dû être, les uns à l'égard des autres, dans une relation comparable à celle qui règne entre le soleil et les planètes. Nous devons donc en conclure qu'à une époque peu éloignée a eu lieu une effroyable catastrophe, qui, en entraînant la destruction simultanée de plusieurs milliers de mondes, a occasionné aussi l'absorption de certains corps célestes par d'autres corps de la même nature. »

La prédominance de ces idées pendant plusieurs siècles aurait laissé dans les esprits une telle impres-

sion, que la découverte faite, à l'aide du premier télescope grossier inventé après la renaissance de la science, de quelques-uns des mondes considérés comme étant perdus (les satellites de Jupiter, par exemple), n'eût pas suffi pour dissiper l'erreur qu'elles auraient produite; on aurait exigé que le nouvel instrument devînt entre les mains de ceux qui soutenaient le principe de la stabilité du système depuis les temps les plus reculés, un moyen infaillible pour démontrer l'existence de *tous* les mondes que l'on prétendait avoir été détruits.

De tels préjugés eussent été on ne peut plus défavorables aux progrès de l'astronomie; car, au lieu d'exciter à perfectionner les instruments, ainsi qu'à faire et à enregistrer des observations utiles, ils auraient eu pour effet de décourager ceux qui pouvaient être tentés de vérifier l'existence continue des corps célestes non visibles à l'œil nu. Au lieu d'avouer leur ignorance, et d'employer tous leurs efforts à la dissiper, en s'appliquant à la recherche de quelques faits nouveaux, les observateurs auraient mieux aimé s'abandonner à la tâche si facile de créer des théories chimériques sur les catastrophes et les révolutions du système de l'univers.

Pendant plus de deux siècles, les couches coquillières des collines Subapennines donnèrent lieu à toutes sortes de conjectures et de spéculations de la part des

premiers géologues italiens. Un très-petit nombre d'entre eux, seulement, soupçonnèrent que des dépôts semblables pouvaient, de leur temps même, être en voie de se former dans la mer adjacente. Ils n'avaient, en général, pas plus le sentiment de l'action continue de causes produisant toujours les mêmes effets, que les astronomes dont nous parlions tout à l'heure n'avaient celui de l'existence de certains corps célestes émettant et réfléchissant constamment de la lumière, et accomplissant sans cesse les mêmes révolutions. Quelques-uns imaginaient que les couches si riches en débris organiques qu'ils avaient occasion d'observer quelquefois, devaient leur origine, non à des agents secondaires, mais à la seule volonté du Tout-Puissant, qui les avait ainsi créées dès le commencement des choses. D'autres, comme nous l'avons déjà vu, attribuaient la présence des fossiles dans les couches nombreuses où ces corps abondent, à une certaine force plastique qui, suivant eux, aurait, lors des premiers âges du monde, résidé dans le sein de la terre. Mais le temps fit justice de ces idées absurdes, et nous allons voir comment, enfin, on en vint à les apprécier à leur juste valeur. On commença d'abord par établir une comparaison des plus rigoureuses entre les corps fossiles et leurs analogues vivants; puis, lorsqu'à l'aide de cette comparaison on eut acquis la preuve irréfragable de l'origine organique de ces

corps, on détermina les rapports qui existent entre la nature des lits de vase, de sable et de calcaire qui les contiennent, et celle des fonds de mer où, de nos jours, a lieu, dans des dépôts récents, l'enfouissement annuel de certaines coquilles. Donati explora le lit de l'Adriatique, et trouva la plus grande analogie entre les strates qui étaient en voie de s'y former, et celles qui, sur une hauteur de 1000 pieds (300 mètres) et plus, constituaient plusieurs montagnes de l'Italie. Il reconnut, à l'aide du draguage, que, dans cette mer, certains testacés vivants étaient groupés ensemble, précisément comme le sont, dans les couches terrestres, leurs analogues fossiles; et, en même temps qu'il observait que quelques-unes des coquilles récentes de l'Adriatique commençaient à se déposer dans des lits de matière calcaire, il remarquait aussi que quelques autres se trouvaient enfouies, depuis peu, dans des couches de sable et d'argile, exactement comme le sont les coquilles fossiles dans les collines Subapennines. Cette découverte de l'identité des opérations sous-marines dans les temps anciens et dans les temps modernes n'eut pas lieu, toutefois, sans l'aide d'instruments artificiels. De puissants auxiliaires de ce genre vinrent au secours de la géologie, comme à une époque antérieure avait fait le télescope par rapport à l'astronomie; et, grâce à eux, certains phénomènes qui, jusqu'alors étaient

restés inaccessibles à l'observation, purent être étudiés.

Les roches volcaniques du Vicentin avaient aussi, dès le commencement du siècle dernier, fixé l'attention des géologues; mais avant Arduino, aucun d'eux n'avait soupçonné qu'elles fussent composées de laves sous-marines anciennes. A cette époque, où plusieurs années furent employées à la controverse, on était, en général, très-porté à attribuer l'origine du basalte et des diverses roches de la même classe, à la précipitation d'un fluide chaotique, ou d'un océan qui, chargé des éléments constituants de ces roches, avait, à plusieurs reprises, envahi les continents. Quelque erronée que fût une pareille théorie, elle ne laissa pas cependant d'avoir un très-grand nombre de prosélytes, et cela, par la raison qu'elle venait à l'appui du défaut d'analogie qu'on aimait à supposer entre les causes anciennes et les causes actuellement existantes. Ce ne fut qu'après un examen très-attentif des volcans en activité, et en comparant leur structure et la composition des laves qu'ils émettaient, avec les trapps anciens, qu'on se trouva enfin conduit à abandonner les idées que nous venons d'exposer, et à admettre l'origine ignée des formations trappéennes.

Les nombreux points d'identité qui, de temps à autre, se manifestaient entre l'état antérieur du globe et

sa condition présente, obligèrent aussi les géologues à adopter l'opinion qu'entre la marche ancienne de la Nature et sa manière d'être actuelle, il y a bien plus d'analogie qu'ils ne l'avaient pensé d'abord; et que les lois qui président aux changements de la surface terrestre sont beaucoup plus uniformes qu'ils ne l'avaient imaginé dans le principe. Si dans cet état de la science, on ne pouvait s'attendre encore, même en poussant l'analogie jusqu'aux dernières limites de la vraisemblance, à voir rapporter tous les phénomènes géologiques aux causes ordinaires, du moins devait-on penser qu'à l'époque actuelle la balance des probabilités pencherait fortement en faveur d'une étroite analogie entre les causes anciennes et les causes modernes. Il n'en fut pas ainsi toutefois; car, malgré les preuves si souvent répétées de l'impuissance des efforts qui tendaient à faire attribuer aux monuments géologiques une origine autre que celle des phénomènes actuels, de nouvelles sectes apparurent, professant les mêmes principes que les écoles précédentes. Chaque fois qu'un nouveau problème se présentait, on ne manquait jamais, qu'il eût rapport au règne organique ou au règne inorganique, de voir en lui la preuve que la Nature agissait autrement qu'elle n'avait agi jusqu'alors; et quand, à la longue, on se trouvait forcé, par suite de quelque observation nouvelle, ou de quelque découverte importante, de

se rapprocher d'une opinion opposée à celle qu'on avait eue d'abord, ou même de l'adopter entièrement, c'était toujours avec le sentiment qu'on ne faisait en cela qu'accorder ce qu'*à priori* on avait dû nécessairement rejeter comme improbable. En un mot, les mêmes hommes qui, à titre de physiciens, auraient été très-incrédules à l'égard du moindre changement dans le cours ordinaire de la Nature, si ce changement leur eût été présenté comme s'étant accompli *de leur temps*, n'hésitaient pas, comme géologues, à admettre la possibilité de toutes les modifications analogues que l'on attribuait aux périodes anciennes.

J'arrive maintenant à l'énumération de quelques-unes des principales objections qu'aujourd'hui encore, on oppose à la théorie de la nature uniforme et de l'énergie des causes qui, en modifiant successivement l'écorce du globe, ont en même temps changé la condition de ses habitants. La discussion d'une question aussi importante peut paraître prématurée pour le moment; cependant, comme elle découle tout naturellement de l'examen de l'histoire ancienne de la science, je ne puis me dispenser d'en dire, dès à présent, quelque chose. Il est, du reste, impossible d'entrer un peu avant dans un sujet du genre de celui qui nous occupe, sans entraîner quelquefois l'élève au-delà du champ de ses connaissances, et sans avoir recours à des faits et à des conclusions

qu'il ne saurait être à même d'apprécier encore. Toutefois, comme sa curiosité ne peut manquer d'être vivement excitée par la considération de quelques-uns des principaux points controversés, il est à croire qu'après la lecture des trois livres suivants, il reviendra à ces essais préliminaires avec un double intérêt et un double profit.

Les preuves d'anciennes révolutions dans le climat déduites de la présence des débris fossiles, ayant fourni une des objections les plus populaires contre la théorie qui tend à expliquer tous les changements géologiques d'après ceux qui, à l'époque actuelle, sont en voie de s'opérer sur la terre, nous croyons devoir passer à l'examen des causes probables de ces révolutions, et en faire le sujet principal des chapitres suivants.

CHAPITRE VI.

RÉFUTATION DE LA DOCTRINE PAR SUITE DE LAQUELLE ON ADMET UNE DIFFÉRENCE ENTRE LES CAUSES ANCIENNES ET LES CAUSES ACTUELLES.

De l'excès de chaleur de l'ancien climat de l'hémisphère nord par rapport à sa température actuelle. — Preuves directes à l'appui de cette différence, déduites des débris organiques que renferment les terrains stratifiés de la Sicile et de l'Italie. — Autres preuves admises par analogie, d'après la découverte de certains quadrupèdes éteints. — Ensevelissement d'animaux dans des bancs de glace. — Mammouths trouvés en Sibérie. — Témoignages fournis par les fossiles des terrains secondaires et tertiaires, ainsi que par les plantes de la formation houillère, à l'égard de la température. — Limite septentrionale de ces fossiles. — Examen relatif à la question de savoir si les plantes du terrain houiller étaient de nature à résister à la longue durée d'une nuit arctique.

De l'excès de chaleur de l'ancien climat de l'hémisphère nord, par rapport à sa température actuelle. — Parmi les premiers naturalistes qui se livrèrent à la recherche des corps renfermés dans les couches anciennes, plusieurs pensèrent que le climat de l'hémisphère nord avait subi une modification importante, et que sa température moyenne annuelle avait

dû égaler jadis celle que, de nos jours, on observe entre les tropiques. Cette conjecture devint de plus en plus probable à mesure que les coquilles et les coraux des terrains secondaires furent examinés avec plus de soin; car on trouva que ces corps organisés avaient, sous le rapport des caractères génériques, une relation intime avec certaines espèces qui, à l'époque actuelle, vivent à des latitudes plus chaudes. Plus tard, on découvrit dans quelques formations européennes une immense quantité de tortues de mer et de terre, et de très-grands sauriens. Cette circonstance offrit, par analogie, de nouveaux et puissants arguments en faveur de la théorie qui admet que, lors du dépôt des couches secondaires, le climat était beaucoup plus chaud qu'il ne l'est à présent. Enfin, ce qui acheva de confirmer cette opinion, fut la détermination dont s'occupèrent les botanistes, des espèces auxquelles appartenaient les plantes fossiles. On conçoit, en effet, que la température exerçant une influence toute particulière sur la flore des diverses contrées du globe, l'ancienne végétation de la terre eût fourni contre la théorie qui tendait à s'établir, des preuves plus efficaces encore que celles que pouvait offrir la faune fossile, si cette théorie avait été sans fondement. Lorsque ensuite on vint à étudier les débris fossiles des terrains situés dans les parties les plus septentrionales de l'Europe

et de l'Amérique du nord, et jusque dans les régions arctiques, on reconnut à certains indices que le climat de ces contrées avait subi les mêmes modifications que celui des latitudes tempérées.

On ne peut dire que, soit à l'égard du sujet dont nous nous occupons en ce moment, soit à l'égard de toute autre partie de la science, nous nous soyons jamais attachés à faire ressortir les phénomènes anciens au détriment de ceux qui s'accomplissent de nos jours. Loin de là, au contraire, nos connaissances relativement aux plantes et aux animaux actuellement vivants, n'ont cessé de s'accroître depuis que la question si intéressante des variations de climat a été agitée pour la première fois. Nous ajouterons même que ce que nous avons gagné à cet égard est immense, et surpasse de beaucoup toutes les données antérieurement obtenues pour généraliser la relation entre certains types d'organisation et certains climats. Lorsqu'on eut exploré les zones tropicales et tempérées de l'Amérique du Sud et de l'Australie, la comparaison exacte que l'on put établir entre les diverses espèces d'animaux et de plantes que renferment ces vastes continents, et celles que l'on trouve dans l'ancien monde, donna pour résultat qu'un très-petit nombre seulement de ces espèces étaient identiques entre elles. Cependant, tout porte à croire qu'un zoologiste et un botaniste qui auraient une

connaissance approfondie de la distribution géographique des êtres organisés dans d'autres parties du globe, distingueraient, parmi différents groupes d'espèces appartenant à ces régions, ceux qui seraient originaires de la zone torride, et ceux qui proviendraient de contrées situées en dehors des tropiques.

Avant de chercher à expliquer les causes probables des grandes modifications qu'a subies la température de la surface de la terre, je passerai rapidement en revue quelques-unes des données principales sur lesquelles paraissent reposer les opinions qui, aujourd'hui, prévalent à ce sujet. J'insisterai d'autant plus sur l'importance de ces considérations, que si quelques zoologistes ont récemment entrepris de défendre l'uniformité des lois de la Nature, ce n'a pas été en rendant raison des anciens changements qu'a éprouvés le climat, mais en niant l'évidence des preuves qui existent en faveur de ces changements (*).

Preuves des modifications importantes qu'a subies le climat, déduites de la présence des coquilles fossiles dans les terrains tertiaires. — En Sicile, en Calabre, et dans le voisinage de Naples, les testacés fossiles que l'on

(*) Voyez deux articles du rév. Dr. Fleming, insérés dans le « Edinburgh New Phil. Journ. » (Nouveau Journal philosophique d'Édimbourg), N° XII, p. 277, Avril 1829; et N° XV, p. 65, Janv. 1830.

rencontre dans les formations tertiaires les plus modernes appartiennent, pour la plupart, à des espèces habitant actuellement la Méditerranée; mais, dans leur ensemble, les coquilles que l'on trouve en avançant vers le nord de l'Italie, dans les couches Subapennines, s'éloignent un peu des types des mers environnantes. La proportion des espèces identiques à celles qui vivent aujourd'hui dans la Méditerranée est encore considérable, mais elle ne l'emporte pas, comme dans le sud de l'Italie, sur les espèces inconnues. Bien que se rencontrant dans des localités plus éloignées de l'équateur, de plusieurs degrés (comme à Sienne, à Parme, à Asti, etc.), les coquilles dont il s'agit indiquent un climat plus chaud que celui qui règne actuellement dans les lieux où on les trouve. Plusieurs d'entre elles sont communes aux collines Subapennines, à la Méditerranée et à l'Océan Indien. Celles qui sont à l'état fossile correspondent, quant à la grandeur, avec leurs analogues actuellement vivant sous les tropiques; tandis que les individus provenant de la Méditerranée sont, tout en appartenant aux mêmes espèces, petits, chétifs, et comme d'une nature dégénérée, par suite de l'absence des conditions que l'Océan Indien présente toujours pour leur parfait développement (*).

(*) Les professeurs Guidolli, de Parme, et Bonelli, de Turin,

Cette circonstance, qui est d'un très-grand poids, ne se trouve atténuée par aucun fait d'un caractère contraire, comme, par exemple, l'association, dans le même groupe, d'individus qu'on puisse rapporter à des espèces actuellement limitées aux régions arctiques. Chaque fois que l'on veut déterminer l'identité de quelques coquilles fossiles avec des espèces vivantes, étrangères à la Méditerranée, ce n'est pas dans les mers du nord, mais bien dans l'Océan intertropical que l'on doit les chercher (*). D'un autre côté, les espèces inconnues associées aux espèces récentes, appartiennent, pour la plupart, à des *genres* qui, à l'époque actuelle, offrent, dans les régions équatoriales, un développement considérable. Tels sont entre autres les genres Cancellaria, Cassidaria, Pleurotoma et Cypræa (**).

m'ont signalé, en 1828, plusieurs exemples à l'appui de ce fait.

(*) Ainsi, par exemple, la *Rostellaria curvirostris*, que M. Bonelli a trouvée fossile, près de Turin, n'est connue maintenant, à l'état vivant, que dans la mer Rouge. Il en est de même du *Murex cornutus*, que l'on trouve fossile à Asti, mais qu'à l'état vivant, on ne rencontre plus actuellement qu'au Sénégal. Quant au *Conus antediluvianus*, on ne peut le distinguer d'une certaine coquille venant aujourd'hui d'Owhyhee.

(**) On n'a encore trouvé dans la Méditerranée qu'un très-petit nombre de représentants à l'état vivant du genre Pleurotoma; cependant, en 1828, on n'en comptait pas moins de vingt-cinq espèces dans le Muséum de Turin. Ces vingt-cinq espèces avaient

En comparant les fossiles des dépôts tertiaires de Paris et de Londres avec ceux de Bordeaux, et ceux-ci avec les fossiles des couches plus modernes de la Sicile, il semble, au premier moment, que l'on doive s'attendre à trouver en eux les indices d'une température d'autant plus élevée qu'ils occupent une position plus méridionale : eh bien ! c'est précisément le contraire qui a lieu. Parmi les coquilles, soit d'eau douce, soit marines, qui font partie de ces divers groupes, les unes appartiennent à des espèces éteintes, et les autres à des espèces encore vivantes. Celles que l'on a découvertes dans les dépôts Eocènes de Paris et de Londres, accusent un climat plus chaud que celui qu'indiquent les coquilles des strates Miocènes de Bordeaux, bien que pourtant Bordeaux soit de six ou sept degrés plus au sud que Paris et que

toutes été découvertes par le professeur Bonelli, dans les couches Subapennines du Nord de l'Italie (Voyez *Fig.* 4) Le genre Cypræa est représenté par plusieurs grandes espèces fossiles que l'on rencontre dans les collines Subapennines, et par une sous-division des Cassis, à laquelle M. S. Slutchbury a donné le nom de Cypricassis.

Fig. 4.

Pleurotoma rotata
Collines Subapennines, Italie.

Londres. Quant aux fossiles de Bordeaux, ils offrent aussi la preuve que la mer dans laquelle ils ont vécu était plus chaude que celle où se formèrent les couches coquillières de la Sicile, quoique cette contrée soit, à son tour, de six ou sept degrés plus près de l'équateur que Bordeaux. Dans ces différents cas, on voit que l'excès d'ancienneté relative de ces diverses formations (celles de Paris appartenant à l'époque la plus reculée, et celles de la Sicile à la période la plus moderne) fait plus que compenser l'influence de la latitude; et par suite, on se trouve amené à reconnaître qu'un pareil phénomène ne peut qu'être l'effet d'un refroidissement graduel dans le climat.

Mammouths trouvés en Sibérie.—On a découvert des débris de certains quadrupèdes terrestres appartenant à des espèces éteintes, dans les dépôts superficiels de sable, de gravier et de marne que l'on rencontre presque partout en Europe, mais particulièrement dans les lieux où la matière qui a formé l'alluvion semble avoir été déposée dans de petits lacs, ou dans les dépressions que présentent parfois les plaines voisines d'anciens fleuves. On retrouve aussi dans des fentes de rochers et dans des cavernes, quelques dépôts semblables dont les matériaux ont pu être apportés soit par des eaux provenant d'inondations terrestres, soit par des rivières qui s'y seraient

engouffrées, par suite des changements que le sol de ces contrées a dû subir. Plus loin, j'exposerai avec détail les diverses circonstances sous l'influence desquelles ces ossements se sont conservés. Quant à présent, je me bornerai à établir que parmi les mammifères éteints ainsi enfouis, on trouve des éléphants, des rhinocéros, des hippopotames, des ours, des hyènes, des lions, des tigres, et divers autres animaux appartenant, pour la plupart, à des genres qui, aujourd'hui, sont limités aux pays chauds.

On a pensé que l'extinction de plusieurs des quadrupèdes dont nous parlions tout à l'heure pouvait être en partie attribuée au même changement de climat qui, en occasionnant la diminution du nombre et de la grandeur de certaines espèces tropicales de testacés, ainsi que leur disparition absolue de la Méditerranée, est cause aussi que certains *genres* des collines Subapennines, aujourd'hui presque exclusivement tropicaux, n'ont conservé aucun représentant dans les mers adjacentes. Néanmoins, quoiqu'il soit très-probable qu'à l'époque où ces animaux vivaient en grand nombre en Europe, le climat y était plus doux qu'actuellement, rien n'indique qu'il ait dû nécessairement être équatorial. Ainsi, par exemple, bien que l'hippopotame ne vive aujourd'hui que dans les rivières dont la température est élevée et presque uniforme, il n'en est pas moins

vrai que les grandes espèces fossiles de ce genre (*H. major*, Cuv.) habitèrent l'Angleterre à une époque où l'on ne peut supposer que le climat fût très-chaud, puisque les testacés de cette contrée étaient alors à peu près les mêmes que ceux qui y vivent à présent. M Strickland a découvert récemment à Cropthorn, près d'Evesham, dans le Worcestershire, les ossements d'un *H. major*, auxquels étaient joints ceux d'un ours et de divers autres mammifères, ainsi que vingt-trois espèces de coquilles terrestres et d'eau douce, qui, à l'exception de deux seulement, étaient toutes des espèces Britanniques. Ces différents fossiles ont été trouvés dans un lit de sable alluvien reposant sur le lias, et recouvert par des couches alternantes de gravier, de sable et de marne (*).

Le mammouth paraît aussi avoir vécu en Angleterre à une époque où la température ne pouvait pas être très-différente de celle qui y règne aujourd'hui. Comme preuve de cette assertion, je citerai les débris de cet animal que l'on a trouvés à North Cliff (Yorkshire), dans une formation lacustre, dont toutes les coquilles terrestres et d'eau douce, au nombre de treize, peuvent être identifiées avec des espèces et des variétés actuellement vivantes dans

(*) Geol. Proceedings (Procès-verbaux de la Société Géologique de Londres), N° 36, juin 1834.

ce comté. On a encore découvert dans la même localité, des os de bison, animal qui aujourd'hui habite les climats froids ou tempérés. Un autre fait démontre aussi de la manière la plus évidente que ces quadrupèdes et les espèces indigènes de testacés qu'on rencontre associés avec eux, vécurent contemporainement dans le Yorkshire. Le Rév. Vernon Harcourt ayant fait creuser un puits de vingt-deux pieds (6m 70) de profondeur, dans des couches non dérangées de leur position primitive, et que tout indiquait devoir s'être formées sous des eaux tranquilles, on y trouva des débris de mammouth auxquels étaient jointes des coquilles analogues à celles dont il vient d'être question (*).

Il est dans la vallée de la Tamise, certaines localités, telles entre autres que Grays et Ilford, en Essex, où se trouvent des couches renfermant des ossements d'éléphants et de rhinocéros accompagnés d'un très-grand nombre de coquilles d'eau douce, des genres Unio, Cyclas, Paludina, Valvata, Ancylus, et autres. Ces coquilles, dont quelques-unes seulement sont éteintes, font partie, pour la plupart, d'espèces vivant actuellement dans le district même où se trouvent les analogues fossiles. Parmi celles qui sont

(*) Phil. Mag. (Magasin Philosophique), sept. 1829 et janv 1830.

éteintes, nous citerons une espèce de Cyrena, genre que l'on ne rencontre plus en Europe, et qui, aujourd'hui, est entièrement limité aux latitudes chaudes.

En réfléchissant aux divers phénomènes que nous venons de citer, le lecteur ne doit jamais perdre de vue que les individus fossiles auxquels il a été fait allusion appartenaient à des *espèces* d'éléphants, de rhinocéros, d'hippopotames, d'ours, de tigres, et d'hyènes, différentes de celles qui, à l'époque actuelle, vivent sous la zone torride, ou dans le voisinage des tropiques. D'après la remarque très-judicieuse du docteur Fleming, qu'une certaine similitude dans la distribution géographique des animaux n'entraîne pas toujours entre eux une ressemblance parfaite à l'égard de la forme et de la structure ostéologique, on doit se tenir en garde contre la tendance qui nous porte souvent à juger, sans assez de réserve, des mœurs et des particularités physiologiques des *espèces* éteintes, d'après la simple analogie de leur structure anatomique. « Tandis que le zèbre, » dit cet auteur, « ne se plaît que dans les plaines brûlantes des tropiques, le cheval peut vivre au sein du climat glacial de l'Islande. De même que le zèbre, le buffle a besoin d'une température élevée, et souffre là même où le bœuf commun prospère. Quant au bœuf musqué, quoique ressemblant beau-

coup au buffle, il s'accommode très-bien des maigres pâturages des régions arctiques, et peut, grâce à ses migrations périodiques, résister aux rigueurs des hivers du Nord. Le chacal (*Canis aureus*) habite l'Afrique, les parties les plus chaudes de l'Asie, et la Grèce, tandis qu'au contraire, l'isatis (*Canis lagopus*) ne se rencontre que dans les contrées arctiques. Le lièvre d'Afrique et le lièvre polaire indiquent par les dénominations vulgaires qu'on leur a données, comment a lieu leur distribution géographique (*). » On sait enfin qu'il existe des ours, d'espèces diverses, à toutes les latitudes possibles.

Des investigations récentes ont mis hors de doute ce fait extrêmement important, qu'une certaine espèce de tigre, identique à celle du Bengale, est très-commune dans le voisinage du lac d'Aral, près de Sussac, au 45e degré de latitude nord; parfois, aussi, on la rencontre en Sibérie, sous une latitude non moins septentrionale que celle de Berlin et de Hambourg (**). M. de Humboldt remarque que la partie de l'Asie méridionale qu'habite aujourd'hui cette es-

(*) Fleming, Ed. New Phil. Journ. (Nouveau Journal Philosophique d'Edimbourg) N° 12, p. 282, 1829. Ce sont les parties extra-tropicales de l'Afrique que le zèbre habite principalement.

(**) Humboldt, Fragments de Géologie et de Climatologie Asiatiques. Paris, 1831, tome II, p. 388. Ehrenberg, Ann. des Scienc. Nat., tome XXI, p. 387.

pèce de tigre originaire de l'Inde, est séparée de l'Himalaya par deux grandes chaînes de montagnes couvertes de neiges perpétuelles : — la chaîne de Kuen-lun, lat. 35° N., et celle de Mouz-tagh, lat. 42°, — et il en conclut que ce ne peut être par le fait de simples excursions que ces animaux ont été transportés de l'Inde aux 48e et 53e degrés de latitude nord, — distance jusqu'à laquelle ils pénètrent en été. Il est à croire qu'ils passent tout l'hiver au nord de la chaîne de Mouz-tagh, ou Montagnes-Célestes. Le dernier tigre qui, en 1828, ait été tué au bord de la Léna, par 52° ½ de latitude boréale, se trouvait sous un climat plus froid que celui de Saint-Pétersbourg et de Stockholm (*).

Dans son *Mémoire sur les Mammifères du Népal*, M. Hodgson nous apprend que parfois, on rencontre le tigre dans l'Himalaya, précisément à la limite des neiges perpétuelles (**). D'un autre côté, Pennant rapporte qu'on le trouve au milieu des neiges du mont Ararat, en Arménie. Le jaguar, aussi, a été vu sur les bords du Rio Negro, par 41° de lat. sud, et même jusqu'au 42e parallèle austral, dans l'Amérique méridionale ; — latitude qui répond à celle des Pyrénées,

(*) Ehrenberg, ibid., p. 390.

(**) Journ. of Asiat. Soc. (Journal de la Société Asiatique), vol. I, p. 240.

dans l'hémisphère nord (*). Le puma se retrouve dans une étendue géographique plus considérable encore; car on le rencontre depuis l'équateur jusqu'au détroit de Magellan; on le voit très-souvent aussi à Port-Famine, par 53° 38' de lat. sud.

Une nouvelle espèce de panthère (*Felis irbis*), à longs poils, a été découverte en Sibérie; tout porte à croire que, comme le tigre, elle habite une région située au nord des Montagnes-Célestes, sous le 42e parallèle de latitude (**).

Le rhinocéros à deux cornes d'Afrique se rencontre en dehors des tropiques, au cap de Bonne-Espérance, par 34° 29' de lat. sud : là se trouvent aussi l'éléphant, l'hippopotame et l'hyène. Ce point sert de limite méridionale à la migration de toutes ces diverses espèces d'animaux, qui, probablement, se seraient éloignées bien plus encore des tropiques, si la terre ferme ne leur eût manqué, et si le sol n'eût eu qu'une élévation peu considérable au-dessus du niveau de l'Océan.

Or, si de nos jours, le tigre indien peut vivre jusqu'aux confins méridionaux de la Sibérie, ou jusqu'à la limite des neiges de l'Himalaya, et si, dans

(*) Darwin's Journal of Travels in South America (Darwin; Journal des Voyages dans l'Amérique du Sud, etc.), 1832—1836, Voyage du Beagle, p. 159.

(**) Ehrenberg, ibid.

l'Amérique du sud, le puma peut atteindre le 53e degré de latitude, on comprendra sans peine comment certaines grandes espèces appartenant à ces mêmes *genres* purent jadis habiter nos climats tempérés. Le mammouth (*El. primigenius*), espèce d'éléphant perdue, que nous avons déjà désignée comme se rencontrant à l'état fossile, en Angleterre, diffère très-décidément des deux espèces d'éléphants actuellement vivantes, dont l'une est limitée à l'Asie, où elle s'étend jusqu'au sud du 31e degré de latitude nord; et l'autre, à l'Afrique, où, ainsi que nous l'avons vu tout à l'heure, le cap de Bonne-Espérance lui sert de limite du côté du sud. Bien qu'en Europe et dans l'Amérique du nord on rencontre une multitude d'ossements provenant des grandes espèces fossiles, cette quantité n'est rien, pour ainsi dire, comparativement à celle que l'on trouve en Sibérie, près des rivages, surtout, de l'Océan glacial. Doit-on en conclure que cet animal préférait les régions polaires à tout autre climat? Et, dans ce cas, ne faudrait-il pas se demander où et comment il pouvait trouver, en de pareilles contrées, l'alimentation nécessaire à sa subsistance, et pourquoi il a cessé de vivre dans le voisinage du cercle arctique?

Pallas, et plusieurs autres auteurs ont prétendu que les os du mammouth se rencontraient en très-grande abondance dans toute la partie basse de la Sibérie qui,

de l'ouest à l'est, s'étend depuis les limites de l'Europe jusqu'à l'Amérique, et, du sud au nord, depuis la base des montagnes de l'Asie centrale jusqu'aux rivages de la mer Arctique. (Voyez la carte, p. 229.) Dans cet espace, qui n'est guère moins étendu que l'Europe entière, on a trouvé de l'ivoire fossile presque partout, sur les bords de l'Irtish, de l'Obi, du Jéniséi, de la Léna, et de diverses autres rivières. Quant à des débris d'éléphants, on n'en rencontre ni dans les marais, ni dans les plaines basses, mais seulement dans les lieux où les bords des rivières offrent de hauts escarpements de sable et d'argile. Pallas en a conclu très-judicieusement que si l'on pouvait faire des coupes dans tous les terrains élevés, situés entre les grandes rivières, on y trouverait très-probablement des ossements semblables. Déjà, avant Pallas, Strahlenberg avait établi que, lorsque par suite de leur débordement, les grands fleuves viennent à se creuser un nouveau lit, on ne manque jamais de rencontrer un grand nombre de fossiles de ce genre.

Quant au gisement de ces ossements, Pallas les trouva en quelques endroits associés à des débris marins, tandis qu'ailleurs, ils n'étaient accompagnés que de bois fossile ou de lignite, qui, suivant cet observateur, paraissait provenir d'une tourbe carbonisée. Pallas découvrit aussi sur les bords du Jéniséi, par 56° de latitude, et au-dessous de la ville de

Krasnojarsk, des molaires et des os d'éléphants renfermés dans des couches de marne jaune et rouge, alternant avec du sable grossier et du gravier, où se trouvaient aussi beaucoup de fragments pétrifiés de saule et de différents autres arbres. Ni là, ni dans le pays environnant, il n'y avait de coquilles marines; on n'y rencontrait que des couches de charbon (*). Mais beaucoup plus loin encore, en descendant le Jéniséi, on recueillit près de la mer, par 70° de latitude, des molaires de mammouth, auxquelles se trouvaient associées des pétrifications *marines* (**). Pallas cite encore plusieurs autres localités de la Sibérie, où des coquilles marines et des dents de poissons accompagnent les os du mammouth, du rhinocéros et du buffle de Sibérie, ou bison (*Bos priscus*). Ce n'est ni sur les bords de l'Obi, ni sur ceux du Jéniséi, mais bien sur les rives de la Léna, qui, de ces trois fleuves est le plus oriental, et où, à parité de latitude, le froid est beaucoup plus intense, que certains débris fossiles ont été trouvés dans un état de conservation vraiment extraordinaire. En 1772, Pallas découvrit, à Wiljuiskoi, au 64e degré de latitude, sur les bords de la rivière Wiljui, tributaire de la Léna, le squelette d'un rhinocéros (*R. tichorhinus*), qui

(*) Pallas, Reise in Russ. Reiche, p. 409, 410.

(**) Nov. Com. Petrop., vol. XVII, p. 584.

Fig. 5.

CARTE DE SIBERIE.

Carte indiquant la direction du Sud au Nord que suivent les rivières de la Sibérie, en se dirigeant de contrées tempérées vers des régions arctiques, dans le pays où abondent les ossements fossiles du mammouth.

Biblioteca Nazionale V.E. III Napoli

avait été extrait du sable où il avait dû rester pendant des siècles, à l'état de congélation, le sol de cette contrée étant toujours gelé jusqu'à une certaine profondeur au-dessous de la surface. Ce squelette, qui pouvait être comparé à une momie naturelle, émettait une odeur analogue à celle de la chair en putréfaction. Quelques parties de son corps étaient encore couvertes de poils noirs et gris. Sa tête, et l'un de ses pieds, celui qui fut envoyé à Saint-Pétersbourg, en étaient surtout tellement garnis, que Pallas se demandait si on ne devait pas supposer que le rhinocéros de la Léna avait habité les régions tempérées de l'Asie centrale, d'après cette circonstance que son pelage était beaucoup plus chaud que celui du rhinocéros d'Afrique (*).

En 1803, plus de trente ans après la découverte de ce rhinocéros, M. Adams trouva, bien plus au nord encore, le squelette entier d'un mammouth, qui avait été engagé dans une masse de glace sur les bords de la Léna, au 70e degré de latitude. Les parties molles de cet animal étaient en si parfait état de conservation, que les loups et les ours en mangèrent la chair. Dans son squelette, qui figure au Muséum de Saint-Pétersbourg, on remarque surtout la tête, dont le tégument, ainsi que plusieurs ligaments, sont encore

(*) Nov. Com. Petrop., vol. XVII, p. 591.

entiers. La peau de cet animal était couverte de soies noires semblables à celles d'un sanglier, et qui, plus épaisses que des crins de cheval, avaient de 12 à 16 pouces (3 à 4d) de long; elle était en outre revêtue de crins d'un brun rougeâtre, de 4 pouces (1d) de longueur environ; et enfin, d'une laine de la même couleur, ayant un pouce (25 millim.) de long. Plus de trente livres de cette fourrure furent extraites du sable humide qui bordait la rivière. Ce mammouth avait neuf pieds (2m 75) de haut, et seize (4m 87) de long, sans tenir compte des énormes défenses recourbées dont il était armé. Il est bien rare que les plus grands éléphants mâles actuellement vivants surpassent cette taille (*).

D'après ce qui précède, on voit que le mammouth, au lieu d'être à poils ras, comme les éléphants actuels de l'Inde et de l'Afrique, était pourvu d'une enveloppe de fourrure velue et très-épaisse, qui était probablement aussi impénétrable à la pluie et au froid que celle du bœuf musqué (**). Tout porte

(*) Journal du Nord, Saint-Pétersbourg, 1807.

(**) Fleming, Ed. New Phil. Journ. No XII, p. 285.

Bien que l'évêque Héber affirme avoir vu (Narr. of a Journey through the Upper Provinces of India — Récit d'un Voyage dans les Provinces Supérieures de l'Inde, vol. II, p. 166-219), dans la chaîne inférieure des montagnes de l'Himalaya, vers les limites Nord-Est du territoire de Delhi, entre les 29ème et 30ème degrés de

donc à croire que cette espèce avait été dotée par la Nature de tout ce qui pouvait la mettre à même de résister aux vicissitudes d'un climat septentrional. En outre, il est certain que depuis le moment où les squelettes du rhinocéros et de l'éléphant ci-dessus décrits furent ensevelis dans la Sibérie, aux 64e et 70e degrés de lat. N., le sol dut rester gelé, et l'atmosphère conserver une température presque aussi basse que celle qui y règne aujourd'hui.

L'ivoire que l'on trouve dans toute la partie septentrionale de la Russie, est, suivant Tilesius, d'une telle fraîcheur, que l'on a pu faire des ouvrages au tour avec les milliers de défenses fossiles qui ont été déjà tirées de cette contrée, et dont on fait un com-

lat., un éléphant indien de petite taille, couvert d'une épaisse fourrure, ce témoignage ne suffit pas pour détruire l'opinion généralement admise que la variété dont il s'agit est excessivement rare. M. Royle (ex-inspecteur du jardin botanique de la compagnie des Indes-Orientales, à Saharunpore) qui se trouvait dans l'Inde, au moment où le journal de l'évêque Héber parut, se livra vainement à toutes les recherches possibles pour obtenir quelques preuves certaines de l'existence de ces éléphants dont, au reste, il n'avait jamais entendu parler jusqu'alors, quoique demeurant à Saharunpore, par 30° de lat. N., c'est-à-dire précisément *à l'extrémité septentrionale* de la zône des éléphants. D'un autre côté, M. Everest ne fut guère plus heureux; car, après s'être livré aux mêmes recherches, il obtint pour tout renseignement, le récit d'une rencontre faite à Delhi, d'un

merce considérable, sans compter l'immense quantité qui en reste encore. Quant aux squelettes d'éléphants fossiles que renferme cette même partie de la Russie, il pense que leur nombre surpasse encore de beaucoup celui de tous les éléphants qui vivent actuellement sur la surface entière du globe.

Bien que récemment on ait découvert des débris de mammouth dans les roches de limon gelé et de glace qui, dans la baie d'Eschscholtz (Amérique russe, lat., 66° N.), s'étendent à l'est du détroit de Behring, on ignore quelles pouvaient être, au juste, les limites des régions occupées par cet animal. A mesure que la fonte de la glace occasionne la destruction de ces roches, les défenses et les ossements qu'elles

seul de ces animaux dont le corps était revêtu de longs poils extrêmement touffus. La plus grande hauteur, dit M. Everest, à laquelle on rencontre l'éléphant sauvage dans les montagnes au nord du Bengale, correspond à un certain endroit que l'on nomme Nahun; cet endroit, dont l'élévation surpasse de 4,000 pieds (plus de 1,200 mètres) le niveau de la mer, est situé sous le 31ème degré de lat. N. Sa température moyenne annuelle peut être de 64° F. (17° 78 centig.) environ; quant à ses extrêmes de température, ils offrent une différence qui s'élève jusqu'à 36° F. (20° centig.) à peu près; la température moyenne de janvier étant de 45° (7° 22 centig.), et celle de juin, qui est le mois le plus chaud, de 81° F. (27° 22 centig.) (Everest on climate of Foss. Eleph., journ. of Asiat Soc. — Sur le climat des éléphants fossiles, par Everest. Journal de la Société Asiatique. — N° 25, p. 21).

renfermaient retombent sur le sol, n'ayant plus d'appui pour se soutenir; et le limon qui était mélangé avec la glace, laisse échapper une très-forte odeur de matière animale (*).

Lorsqu'on réfléchit aux différents faits qui viennent d'être énumérés, on se trouve naturellement porté à en conclure qu'une vaste région de l'Asie centrale, comprenant peut-être la moitié de la partie méridionale de la Sibérie, dut jouir, à une certaine époque de l'histoire du globe, peu éloignée, géologiquement parlant, de la période actuelle, d'un climat assez doux pour produire les pâturages nécessaires à la subsistance de nombreux troupeaux d'éléphants et de rhinocéros *appartenant à des espèces distinctes de celles qui vivent de nos jours*. On croit, en général, que les grands herbivores exigent pour leur nourriture une végétation excessivement abondante; mais, suivant M. Darwin, c'est là une erreur complète, « et qui provient, » dit-il, « des données que nous possédons sur l'Inde et les îles indiennes; ces données nous ayant accoutumés à associer, dans notre imagination, de nombreuses troupes d'éléphants à d'immenses forêts, et à d'impénétrables *jungles*. Cependant, en réalité, ces deux circonstances ne se trouvent pas toujours réunies,

(*) Voyez la description de ces ossements, par le Dr Buckland, Appen. to Beechey's Voy. (Supplément au Voyage de Beechey).

ainsi que les parties méridionales de l'Afrique comprises entre le tropique du Capricorne et le cap de Bonne-Espérance en fournissent la preuve. Ces régions, quoique stériles et désertes, sont remarquables par le nombre et la grandeur de leurs quadrupèdes indigènes, parmi lesquels on compte un éléphant, cinq espèces de rhinocéros, un hippopotame, une girafe, le buffle du Cap, l'élan, deux zèbres, le quagga, deux gnous, et plusieurs antilopes. Le nombre des individus dont ces diverses espèces se composent est, du reste, en rapport avec celui des espèces elles-mêmes. Ainsi, par exemple, le docteur Smith raconte qu'en une journée de marche qu'il eut occasion de faire sous le 24e. degré de latitude sud, il rencontra, sans dévier beaucoup ni d'un côté ni de l'autre, cent cinquante rhinocéros et plusieurs troupes de girafes; ceux qui l'accompagnaient avaient tué huit hippopotames la nuit précédente. Cependant le pays ne produisait que quelques herbes, et quelques buissons dont la hauteur ne dépassait pas quatre pieds (1m 4); les mimosa arborescentes s'y trouvaient en plus petit nombre encore, de sorte que les chariots des voyageurs n'étaient pas entravés dans leur marche, qu'ils pouvaient suivre à peu près en ligne droite (*). »

(*) Darwin, Journal of Travels in S. America, etc., 1832 — 1836, Voyage du Beagle, p. 98.

Pour expliquer comment un si grand nombre d'animaux peuvent trouver une alimentation suffisante dans ces régions, on a supposé que le bois taillis dont ils font leur nourriture ordinaire, était d'une nature très-nutritive. On a remarqué, de plus, que si la végétation ne devait pas être regardée comme très- abondante, sa croissance, en revanche, était des plus rapides. Aussitôt, dit le docteur Smith, qu'une place a servi de pâture aux animaux de ces contrées, elle se retrouve couverte d'une végétation nouvelle. En somme, il demeure constant, toutefois, que malgré la prompte reproduction de la végétation, la quantité de nourriture nécessaire aux grands herbivores est définitivement bien moindre qu'on ne le croit ordinairement. M. Darwin pense que la somme totale de la végétation qui, en un temps donné, recouvre le sol de la Grande-Bretagne, doit être dix fois plus considérable que celle qui, sur un espace égal, se produit vraisemblablement dans les parties intérieures de l'Afrique méridionale (*). On remarque, en outre, comme exemple du peu de rapport qui existe entre l'abondance de la nourriture et la dimension des mammifères indigènes, que, tandis que la partie déserte de l'Afrique méridionale

(*) Darwin, Journal of Travels in S. America, etc., p. 99.

renferme un nombre si considérable de grands animaux, le Brésil, dont la végétation est d'une richesse et d'une vigueur sans égales, ne possède pas un seul grand quadrupède sauvage (*).

Bien qu'il n'y ait nul doute que de nombreuses troupes de mammouths et de rhinocéros ne pourraient, aujourd'hui, vivre pendant toute l'année, dans la Sibérie, dont le sol reste couvert de neige tout l'hiver, ce n'est pas à dire pour cela qu'une végétation propre à nourrir ces grands animaux, n'ait pu, jadis, croître et prospérer entre les 40e et 60e degrés de latitude nord.

D'après le docteur Fleming, « la nourriture que l'espèce actuelle d'éléphants préfère, ne peut nullement nous mettre à portée de déterminer celle de l'espèce éteinte, ni même de former une conjecture probable à ce sujet. » « Aucun de ceux, » dit-il, « qui connaissent le caractère graminivore de nos bêtes fauves, telles que le chevreuil ou le cerf, n'auraient pu supposer que le lichen fût la nourriture du renne. »

Plusieurs voyageurs rapportent que malgré le froid excessif qui, relativement à la partie occidentale de l'Asie, règne aujourd'hui, à parité de latitude, dans la partie orientale de ce même continent, on re-

(*) Burchell, cité par Darwin, ibid., 101.

trouve dans cette région, non-seulement des forêts de sapins, mais aussi des bois de bouleaux, de peupliers et d'aunes, qui s'avancent, en bordant la Léna, jusqu'au 60e degré de latitude nord.

On a prétendu également qu'ainsi qu'à l'époque actuelle, les animaux des climats septentrionaux émigrent suivant les saisons, il se pourrait aussi que l'éléphant et le rhinocéros de Sibérie eussent eu pour habitude de se rapprocher du nord en été. Le bœuf musqué abandonne chaque année ses quartiers d'hiver méridionaux, et traverse la mer sur la glace, pour aller paître pendant quatre mois, de mai à septembre, les riches pâturages de l'île Melville, située sous le 75e degré de latitude. D'après cela, ne doit-on pas supposer que durant les vives chaleurs des courts étés du Nord, les mammouths pouvaient, sans dépasser le cercle arctique, autant que le bœuf musqué, étendre leurs excursions depuis les régions centrales ou tempérées de l'Asie, jusqu'au 60e parallèle de latitude?

Or, dans ce cas, la conservation de leurs ossements, et même quelquefois de leur squelette entier dans la glace, ou dans le sol gelé, peut s'expliquer, sans qu'il soit nécessaire pour cela d'admettre aucune révolution subite, soit dans l'ancien climat, soit dans l'état primitif de la surface du globe. Il y a tout lieu de supposer qu'à l'époque où vivaient l'éléphant

et le rhinocéros dont les espèces sont éteintes, les basses terres de la Sibérie s'étendaient moins vers le nord qu'à présent; car on a vu précédemment que les strates qui forment ces basses terres, et dans lesquelles sont enfouis leurs ossements, furent, à l'origine, déposées sous la mer. On sait, en outre, d'après les faits que le voyage de Wrangel, exécuté en 1821, 1822 et 1823, a si bien mis en évidence, qu'un soulèvement lent du sol, analogue à celui qui s'opère dans une partie de la Suède, a lieu en ce moment, d'une manière incessante, sur les côtes de la mer Glaciale. Ainsi donc, de même que les rivages du golfe de Bothnie augmentent d'étendue, non-seulement par l'effet des sédiments qu'y apportent les rivières, mais aussi par suite de l'élévation, et conséquemment du desséchement du fond de la mer, de même il se pourrait qu'une semblable combinaison de causes eût, dans les temps modernes, occasionné l'agrandissement de la bande de terre basse où ont été trouvés, en Sibérie, des coquilles marines et des ossements fossiles. D'après les considérations qui seront exposées dans le chapitre suivant, on verra qu'un tel changement dans la géographie physique de cette région tendrait nécessairement, en impliquant l'accroissement constant des terres arctiques, à augmenter l'intensité des hivers. Or, ne doit-on pas conclure de là, qu'avant que la terre ferme eût

acquis une aussi grande étendue vers le nord, l'hiver et l'été de la Sibérie offraient des différences de température moins considérables que celles qu'ils présentent aujourd'hui; et n'est-il pas, en outre, extrêmement probable que c'est plutôt à une augmentation du froid de l'hiver, qu'à une diminution générale de la température moyenne annuelle, qu'est due l'extinction définitive du mammouth et de ses contemporains?

En jetant un coup d'œil sur la carte (page 229), le lecteur verra comment, à présent, toutes les grandes rivières de la Sibérie coulent du sud au nord, se rendant de régions tempérées vers des régions arctiques; et comment, par suite de cette direction, elles sont toutes, ainsi que le Mackensie, dans l'Amérique du nord, sujettes à des débordements considérables, — circonstance qui s'explique par la grande quantité d'eau courante que ces rivières reçoivent dans la partie supérieure ou méridionale de leur cours, alors qu'elles sont complétement gelées sur une étendue de plusieurs centaines de milles près de leurs embouchures, où elles restent bloquées par la glace pendant six mois de l'année. Dans cet état de choses, on conçoit ce qui doit naturellement avoir lieu : ces eaux courantes, ne trouvant plus d'issue, se répandent sur la glace; souvent, aussi, elles changent de direction et entraînent avec elles, soit des forêts entières,

quand elles en rencontrent sur leur passage, soit d'énormes quantités de terre et de gravier mêlés de glace. Or, les rivières de la Sibérie étant au nombre des plus grands cours d'eau du monde (le Jéniséi a 2,500 milles ou 900 lieues de longueur, et la Léna, 2,000 ou plus de 700 lieues), on conçoit facilement que les animaux qui tombent dans leurs eaux, peuvent non-seulement se trouver transportés à de très-grandes distances, dans la direction de la mer Arctique, mais aussi, qu'avant d'arriver à cette mer, ils peuvent échouer sur la glace, ou même être gelés, par suite de leur ensevelissement dans quelque masse de glace. D'un autre côté, ne serait-il pas également possible que, plus tard, la glace venant à se rompre, ils continuassent leur marche vers l'Océan, et qu'ensuite ils finissent par être ensevelis dans les dépôts fluviatiles et sous-marins qui d'ordinaire s'accumulent près de l'embouchure des rivières?

M. de Humboldt a remarqué que, près des bords de la Léna, à quelques pieds de profondeur, le sol reste toujours gelé sur une épaisseur considérable. Or, on comprend qu'un squelette qui, dans un tel climat et dans une telle région, viendrait à être enchâssé dans la glace et le limon, pourrait bien y rester indéfiniment, sans être atteint de putréfaction (*).

(*) Humboldt, Fragments de Géologie et de Climatologie Asiatiques, Tom. II, p. 393.

Aujourd'hui, suivant le professeur de Baer, de Saint-Pétersbourg, la terre se trouve constamment gelée jusqu'à la profondeur de 400 pieds (122 mètres environ), à Yakutzt, ville située sur la rive occidentale de la Léna, au 62e degré de latitude nord, et à six cents milles (plus de 200 lieues) de distance de la mer polaire. Ce fait n'autorise-t-il pas à supposer que, dès l'époque à laquelle vivait le mammouth, c'est-à-dire, lorsque la partie basse de la Sibérie avait moins d'étendue vers le nord, et que son climat était, par conséquent, plus tempéré qu'il ne l'est à présent, le froid avait déjà assez d'intensité pour que les rivières, coulant dans la direction ou elles coulent encore aujourd'hui, pussent, après avoir entraîné du sud au nord les corps des animaux qui s'étaient noyés dans leurs eaux, donner lieu à leur ensevelissement dans des glaces flottantes et dans du limon gelé?

S'il est vrai que le squelette du mammouth dont nous avons parlé ait été trouvé enfermé dans de la glace sans mélange de limon, on pourrait supposer que l'animal avait été englouti sous quelque amas de neige. Je tiens du docteur Richardson que, dans certaines régions du nord de l'Amérique actuellement habitées par un grand nombre de quadrupèdes herbivores, les neiges se convertissent souvent en glaciers permanents. Ces neiges sont poussées par le

vent sur les flancs de rochers escarpés, où elles forment des talus inclinés, de plusieurs centaines de pieds de haut; puis, quand vient le dégel, des torrents se précipitent des hauteurs environnantes, entraînant avec eux du terrain d'alluvion et du gravier. Ce sol nouveau se recouvre bientôt de végétation, et protége la neige qui lui sert d'appui contre l'action du soleil. L'eau pénètre parfois, il est vrai, dans les fissures et les pores de la neige; mais, comme elle y gèle aussitôt, elle ne fait que hâter la transformation de la masse en un seul glaçon compacte. Or, les choses se passant de la sorte, on comprend qu'il puisse arriver quelquefois que les animaux qui paissent dans les vallées situées sur les bords de la mer ou de quelque rivière, au pied de rochers analogues à ceux dont il vient d'être question, se trouvent engloutis dans les neiges, et que ces neiges, une fois transformées en glaçons solides, les transportent vers les régions polaires.

En définitive, toutes les considérations auxquelles nous venons de nous livrer, portent à croire que le mammouth, de même que quelques autres quadrupèdes éteints, conformés de manière à vivre sous les hautes latitudes, ont très-bien pu habiter la partie septentrionale de l'Asie à une époque où le climat était plus doux et plus uniforme qu'il ne l'est à présent. Le lecteur n'a pas perdu de vue, je pense, que

les terrains dans lesquels se trouvent les mammifères éteints dont il a été précédemment question, appartiennent à l'époque tertiaire la plus moderne; quant aux dépôts tertiaires les plus anciens, la nature des coquilles fossiles qu'ils renferment, atteste une température d'autant plus élevée qu'ils datent d'une période plus reculée. Ainsi, par exemple, on trouve dans les plus anciens de ces dépôts, que nous avons désignés sous le nom d'Éocènes, des coquilles du genre Nautile, et divers reptiles, tels que certains crocodiles et certaines tortues de mer et de terre, qui offrent, sous le rapport de leur structure, quelque analogie avec ceux que de nos jours on ne rencontre que dans des latitudes très-chaudes.

Autres preuves du changement de climat, déduites des fossiles observés dans les couches secondaires, et dans d'autres dépôts plus anciens encore. — Un laps de temps très-long paraît s'être écoulé entre la formation des strates secondaires qui constituent la partie principale des hautes terres de l'Europe, et celle des dépôts Éocènes. Quand on passe en revue les différentes roches dont se compose la série comprise entre le Nouveau Grès Rouge et la Craie inclusivement, on y reconnaît des fossiles qui, tout en appartenant à des espèces inconnues, peuvent être, en partie, rapportés à des genres et à des familles vivant aujour-

d'hui en très-grand nombre dans la zone torride. Parmi ces divers fossiles on remarque particulièrement des reptiles, soit herbivores, soit carnivores, dont la taille gigantesque surpasse de beaucoup celle des plus grands animaux actuels de cette classe. Bien que les genres en soient éteints, pour la plupart, quelques-uns de ces reptiles, tels que le crocodile et le monitor, ont encore maintenant leurs représentants dans les régions les plus chaudes du globe. Les récifs de coraux étaient aussi très-nombreux dans les mers de cette époque; et les espèces dont ils se composent appartiennent à des genres qui aujourd'hui sont caractéristiques des climats tropicaux. Le nombre des grandes coquilles cloisonnées et les plantes qui se trouvent avec ces fossiles, attestent également la température élevée qui régnait à l'époque dont il s'agit; car, quoique ces plantes ne soient encore qu'imparfaitement connues, la prédominance des Cycadées qui en constituent la famille la plus nombreuse, semble devoir ajouter une nouvelle force à cette conclusion.

Mais, c'est surtout des formations houillères les plus anciennes qu'ont été déduites les preuves de la chaleur excessive qui, jadis, caractérisait le climat des latitudes sous lesquelles sont situées les régions aujourd'hui les plus tempérées et les plus froides du globe. Il paraît, à en juger par les fossiles du

terrain houiller, que la flore de la période carbonifère consistait presque exclusivement en grandes plantes cryptogames vasculaires. Les travaux de M. Ad. Brongniart ont prouvé qu'à cette époque il existait des Equisétacés de plus de 3 mètres de hauteur, et de 14 à 16 centimètres de diamètre; de grandes fougères arborescentes du genre Caulopteris; des Sigillaires, arbres de 13 à 16 mètres de haut, et qui, très-probablement, appartenaient à la famille des fougères; enfin, des Lycopodiacées arborescentes dont la hauteur était au moins de 20 à 23 mètres (*). A l'époque actuelle, toutes les espèces appartenant à ces différentes classes de végétaux sont petites dans les climats froids; tandis que dans les régions tropicales on trouve, outre de petites espèces, une infinité de plantes de très-grande dimension. Ces plantes, toutefois, celles mêmes des pays les plus chauds, ne peuvent pas se comparer sous le rapport de la grandeur, à celles que renferment, à l'état fossile, les formations carbonifères. C'est à la température élevée et uniforme qui règne entre les tropiques, et à l'humidité de l'air de ces climats, que doivent être attribuées non-seulement le grand nombre de plantes analogues à celles de la houille qu'on

(*) Considérations générales sur la Nature de la Végétation, etc. Ann. des Scienc. Nat., Nov. 1828.

y observe, mais aussi les dimensions considérables que ces plantes y acquièrent, même encore de nos jours. Il est vrai que si les végétaux de la flore fossile ont accidentellement séjourné soit dans des mers, soit dans des lacs ou dans des estuaires, il serait fort possible qu'ils donnassent souvent lieu à de fausses interprétations sur les rapports numériques des diverses familles qui, lors de la période en question, vivaient sur les continents. Cependant, abstraction faite de l'erreur que pourrait entraîner une pareille cause, l'argument fondé sur la comparaison des nombres des plantes fossiles des strates carbonifères, conserve encore beaucoup de force.

« Ces caractères de la végétation primitive du globe ne sont pas, » dit M. Ad. Brongniart, « particuliers à une petite partie de sa surface, à l'Europe seulement, par exemple. Les mêmes formes et souvent les mêmes espèces se retrouvent à de très-grandes distances; ainsi les plantes des terrains houillers de l'Amérique septentrionale sont la plupart parfaitement identiques avec celles de l'Europe, et toutes appartiennent aux mêmes genres. Quelques échantillons du Groënland se rapportent aussi à des Fougères analogues à celles de nos mines de houille d'Europe (*). » On a prétendu que les plantes fossiles rapportées de l'île

(*) Prodrome d'une Histoire des Végétaux fossiles, p. 178-179.

Melville, quoique dans un état de conservation très-imparfait, pouvaient conduire aux mêmes conclusions (*). Or, si l'on suppose que ces plantes soient analogues à celles de la Baie de Baffin dont M. Brongniart a fait mention, comment s'expliquera-t-on qu'une telle végétation aît pu vivre dans une nuit arctique de plusieurs mois de durée (**)?

Il peut sembler prématuré de discuter cette question jusqu'à ce que la vraie nature de la flore fossile des régions arctiques ait été déterminée d'une manière plus exacte; cependant, comme cette question a fixé l'attention de plusieurs savants, nous admettrons, pour un moment, dût cette supposition paraître une énigme à ceux qui se livrent à l'étude de la physiologie végétale, que les plantes houillères de l'île Melville sont entièrement analogues à celles des strates du Northumberland.

(*) König, Journ. of Sci. (Journal des Sciences), vol. XV, p. 20. Je tiens de M. König lui-même qu'il ne croit plus qu'aucun de ces végétaux soient des fougères arborescentes, comme il l'avait pensé d'abord; il suppose qu'ils sont analogues a de certaines plantes de formes tropicales que l'on trouve dans les houillères d'Angleterre. Quant aux échantillons provenant de l'Ile Melville qui figurent aujourd'hui dans le Museum Britannique, ils ne présentent que des empreintes très-confuses.

(**) Fossil Flora of Great Britain, by John Lindley and William Hutton, Esqrs, N° IV. (Flore fossile de la Grande-Bretagne, par John Lindley et William Hutton.)

On prétend qu'à moins d'être dans un état d'engourdissement complet, les plantes ne peuvent, sans souffrir beaucoup, séjourner dans l'obscurité, ne fût-ce que pendant le court espace d'une semaine. Ainsi donc, lors même qu'elles seraient exposées à la chaleur et à l'humidité, il est évident que si elles sont privées de lumière, elles périront inévitablement dès qu'elles auront acquis un certain développement; la chaleur et l'humidité étant précisément ce qui met obstacle à leur engourdissement, c'est-à-dire, à la seule condition qui pourrait leur permettre de vivre dans l'obscurité. Or, comment se pourrait-il, d'après cela, que des plantes dont les formes rappellent celles des plantes tropicales, eussent prospéré à la latitude de l'île Melville, c'est-à-dire, au 75e parallèle nord, où, suivant toute probabilité, régnaient une haute température, et par suite, une grande humidité, à l'époque où les mers arctiques étaient remplies de coraux et de grandes coquilles multiloculaires? Une lumière aussi éclatante que celle des régions équatoriales ne devait-elle pas être pour le développement de ces plantes une condition non moins indispensable que la chaleur brûlante de ces mêmes contrées? et comment, dans ce cas, auraient-elles pu résister, chaque année, à une nuit de trois mois (*).

(*) Fossil Flora, N° IV.

Pour répondre à cette objection, il faut se rappeler d'abord, que d'après les diverses expériences faites à ce sujet, il y a tout lieu de croire que les limites de l'intensité de la lumière nécessaire au développement des plantes sont infiniment plus étendues que celles de la chaleur. Aucun palmier, aucune fougère arborescente ne peuvent vivre sous nos latitudes tempérées s'ils ne sont garantis du froid qui y règne souvent; mais aussitôt que ces végétaux sont placés dans une serre chaude, ils acquièrent un développement très-énergique, même sous un ciel nuageux, et lorsque la lumière est en grande partie interceptée par le verre et le châssis des serres. A Saint-Pétersbourg, c'est-à-dire, au 60e degré de latitude nord, ces plantes ont été cultivées avec succès dans des serres chaudes, bien qu'au lieu de trouver sous ce climat l'équinoxe perpétuel de leurs régions natales, elles eussent à y lutter contre une extrême inégalité des jours et des nuits, dont la durée varie de dix-neuf heures à cinq. On n'a pas encore déterminé les dernières limites auxquelles, en se rapprochant du pôle, elles pourraient continuer à vivre; il est probable toutefois, que ces limites dépassent Saint-Pétersbourg, et atteignent au moins le 65e parallèle, latitude où le soleil ne reste jamais caché vingt-quatre heures consécutives. Il va sans dire que de telles limites ne sont admissibles qu'en y supposant le degré de chaleur et

d'humidité nécessaire aux plantes dont il s'agit.

Quant aux fougères arborescentes, on doit se rappeler aussi qu'elles viennent très-bien dans les parties les plus sombres des forêts situées dans les régions chaudes et tempérées. On en trouve même jusque dans la Nouvelle-Zélande, tout près du 46e degré de latitude sud. Dans les contrées équatoriales, ce sont, dit M. de Humboldt, les parties les plus tempérées, les plus humides et les plus ombragées des *montagnes* qui offrent le plus grand nombre de circonstances favorables à cette sorte de végétation. Or, comme on sait que l'élévation compense souvent l'effet de la latitude, par rapport à la distribution géographique des plantes, on comprend aisément que les végétaux qui, dans la zone torride, croissent à une certaine hauteur, pourraient tout aussi bien prospérer jusqu'à de grandes distances de l'équateur si, entre autres conditions nécessaires à leur existence, ils étaient dans la plaine au lieu de se trouver dans une station élevée, et si la température et l'humidité de l'atmosphère environnante restaient parfaitement uniformes pendant toute l'année.

Le lecteur ne doit pas perdre de vue que, dans tous les exemples qui viennent d'être cités, c'est à des espèces *vivantes* qu'on a toujours fait allusion. Quant aux plantes houillères elles appartenaient à des espèces complétement distinctes, et devaient, par la

nature de leur constitution, être en état de résister à de plus grandes variations dans l'intensité de la lumière. On sait que certaines espèces de plantes et de fougères arborescentes de l'époque actuelle, exigent, pour leur développement respectif, des températures différentes; et que les unes ne peuvent vivre que dans le voisinage immédiat de l'équateur, tandis qu'une des conditions les plus nécessaires à l'existence des autres est d'en être, au contraire, éloignées. De même le *minimum de lumière* suffisant pour les espèces actuelles ne pourrait être considéré comme la mesure invariable de celle dont avaient besoin les espèces analogues qui, à différentes époques, vécurent à la surface du globe.

Mais tout en accordant que le point le plus septentrional auquel une flore semblable à celle de la période carbonifère ait pu jamais atteindre, se trouve entre les 65e et 70e degrés de latitude, il nous reste encore à rechercher si les débris des végétaux qui vécurent à ces latitudes, n'auraient pas pu être entraînés de ces lieux, par des rivières et des courants, jusqu'au parallèle de l'île Melville, ou même encore plus loin. Ce qui, au surplus, autorise une telle supposition, c'est l'immense quantité de matériaux propres à former dans l'avenir des couches de lignite et de houille, qui chaque jour s'accumule dans les hautes latitudes de l'hémisphère nord, loin des forêts

d'où proviennent ces matériaux, et sur des rivages où l'arbuste le plus frêle pourrait à peine végéter aujourd'hui. Le Mackensie et diverses autres rivières de l'Amérique septentrionale transportent des pins auxquels les racines adhèrent encore, jusqu'à plusieurs centaines de milles, dans l'Océan arctique, où la plupart de ces arbres sont enfouis dans des deltas, tandis que d'autres sont entraînés par des courants, plus loin encore vers le pôle.

Toutefois, avant de se prononcer à l'égard du transport des plantes houillères fossiles que l'on rencontre à de hautes latitudes, il est nécessaire de savoir si elles offrent des traces de frottement et quelque indice d'une altération antérieure à leur fossilisation. Les houillères d'Angleterre présentent plusieurs exemples qui prouvent bien évidemment que les plantes qu'elles renferment ne furent pas amenées par les eaux de distances très-grandes; car les tiges des espèces *succulentes* conservent encore leurs angles aigus, en même temps que d'autres plantes laissent apercevoir à leur surface des lignes et des raies d'une délicatesse extrême. On voit aussi quelquefois de très-longues feuilles attachées aux troncs ou aux branches (*); ce qui indique que ces végétaux ne sont pas restés bien longtemps dans les eaux, puisqu'en

(*) Fossil Flora, N° X.

général les feuilles ne peuvent y séjourner sans être bientôt détruites, à l'exception, toutefois, de celles de fougères qui conservent leurs formes, même après une immersion de plusieurs mois (*). Il paraît assez naturel de croire, d'après cela, que les plantes du terrain houiller ont vécu sur le sol même qui, par sa destruction, a servi à la formation des grès et des conglomérats dans lesquels elles se trouvent enfouies : cette supposition est d'autant plus probable que la rugosité que plusieurs de ces roches ont conservée, atteste qu'elles n'ont pas été amenées de lieux très-éloignés.

Mais nous en resterons là de cette digression, et nous nous bornerons à résumer le présent chapitre en disant que la flore de la période Carbonifère semble indiquer une haute température atmosphérique, en même temps que les fossiles du calcaire de montagne (formation contemporaine de la houille), qui comprennent un très-grand nombre de coraux lamellifères, de grands céphalopodes cloisonnés, et de crinoïdes, conduisent naturellement à supposer qu'à l'époque que nous étudions, les eaux de l'Océan septentrional étaient d'une température très-élevée. D'autres strates, plus anciennes que le terrain houiller, renferment aussi, à de hautes latitudes septentrionales,

(*) Les expériences de M. Lindley ont prouvé la vérité de cette assertion. Foss. Fl., N° XVII.

d'énormes masses de coraux, qui doivent avoir vécu et s'être développés dans les lieux mêmes où on les trouve. On y rencontre également de grandes univalves cloisonnées, telles que des Orthocératites. Ces fossiles indiquent la haute température dont jouissaient autrefois les régions situées sur les limites du cercle arctique.

L'époque où la chaleur et l'humidité de l'atmosphère atteignirent leur plus grande intensité, semble coïncider avec celle de la formation de quelques-unes des strates fossilifères les plus anciennes. C'est à cette époque aussi que doit être rapportée la plus grande uniformité du climat qui ne commença à être modifié que lors de la formation des terrains tertiaires. Dès ce moment, le climat se rapprocha de celui qui règne aujourd'hui dans les hautes latitudes, et la température ne cessa de décroître; son abaissement continua même après qu'un grand nombre des espèces actuellement vivantes eurent commencé à se développer.

CHAPITRE VII.

SUITE DE L'EXAMEN DE LA QUESTION RELATIVE A LA PRÉTENDUE DISCORDANCE ENTRE LES CAUSES ANCIENNES ET LES CAUSES ACTUELLES.

Des diverses causes qui ont donné lieu aux modifications du climat. — Remarques sur la distribution actuelle de la chaleur à la surface du globe. — Du rapport qui existe entre la température moyenne et la position relative des continents et des mers. — Des lignes isothermes. — Des courants venant des régions équatoriales. — Des glaces flottantes. — De la différence de température qu'on observe entre l'hémisphère nord et l'hémisphère sud. — De la combinaison des causes qui pourraient produire le maximum de froid que la surface de la terre est susceptible d'éprouver. — Conditions nécessaires à la production d'un climat de chaleur extrême, et des effets probables qu'un tel climat exercerait sur la vie organique.

Des diverses causes qui ont donné lieu aux modifications du climat. — Après avoir énuméré dans le chapitre précédent les preuves des changements considérables qui, depuis la formation des strates sédimentaires les plus anciennes, se sont produits à la surface du globe, dans les climats, il nous reste

Digitized by Google

à examiner comment de tels changements peuvent se concilier avec l'ordre de choses actuel. Les cosmogonistes se sont emparés de cette question, comme ils ont fait, du reste, de toutes celles qui, en géologie, semblaient présenter quelque obscurité, afin de confirmer leurs idées, relativement à une époque où les lois du monde animé et inanimé différaient essentiellement de celles qui existent aujourd'hui; et dans ce cas, comme dans beaucoup d'autres encore, ils ont réussi, jusqu'au point de détourner l'attention d'une classe de faits qui, bien compris, eussent conduit probablement à une explication vraie des phénomènes. On supposait jadis que l'axe de la terre avait été, pendant des siècles, perpendiculaire au plan de l'écliptique, et que, par suite, il avait dû y avoir à cette époque, équinoxe perpétuel, et uniformité de saisons pendant toute l'année. On prétendait, en outre, que notre planète était restée dans ce bienheureux état jusqu'à l'époque du Déluge; mais qu'alors, la terre ayant perdu son équilibre soit par le choc d'une comète, soit par quelque autre cause, il en était résulté l'inclinaison de son axe, et par contre-coup, la diversité des saisons qui règne actuellement dans les zones tempérées, ainsi que les longs jours et les longues nuits des cercles polaires.

Plus tard, l'astronomie ayant, dans sa marche progressive, fait justice de cette théorie, on supposa

que la terre, par suite de l'extrême élévation de sa température initiale, avait été fluide à l'origine; mais qu'à partir de cette époque, elle s'était constamment refroidie, ce qui avait déterminé la contraction de ses dimensions, et donné lieu à la transformation de sa surface en une croûte solide. Cette hypothèse, tout en étant presque aussi arbitraire que l'autre, est pourtant de nature à conserver plus long-temps sa popularité; et cela, parce que reportant l'esprit directement à l'origine des choses, elle n'a besoin, pour se soutenir, d'aucun appui tiré de l'observation ou de quelque hypothèse ultérieure. Mais si, au lieu de nous abandonner à de vagues conjectures sur l'état de notre planète au moment de sa création, nous cherchons seulement à établir, d'un côté, le rapport qui, à l'époque actuelle, existe entre le climat et la distribution des continents et des mers; et de l'autre, l'influence que d'anciens changements dans la géographie physique du globe doivent avoir produite sur sa température superficielle, nous pourrons alors approcher, peut-être, de la véritable théorie. Cependant, si quelques doutes et quelques obscurités restaient encore, c'est au peu de connaissances que nous possédons à l'égard des lois de la Nature qu'il faudrait nous en prendre, et non à des révolutions survenues dans le cours de sa marche. D'après cela, ne serait-il pas beaucoup plus rationnel de nous livrer

à de nouvelles recherches sur l'étude de ces lois, que de laisser notre imagination s'exercer sur les changements que l'on s'est plu à supposer dans la température intérieure d'un monde à l'état d'embryon.

De la distribution de la chaleur sur le globe. — En considérant les lois qui règlent la distribution de la chaleur à la surface du globe, il faut, ainsi que M. de Humboldt le recommande avec tant de raison, se tenir en garde contre la tendance que l'on pourrait éprouver à considérer le climat de l'Europe comme le type de la température dont jouissent toutes les contrées situées sous la même latitude. Les sciences physiques, dit cet observateur, portent toujours l'empreinte des lieux où elles commencèrent à être cultivées. C'est ainsi qu'en géologie, par exemple, on fut tenté d'abord d'attribuer tous les phénomènes volcaniques, aux seuls volcans de l'Italie, et qu'en météorologie, on crut pendant longtemps devoir considérer cette petite partie du monde ancien qui constitue le centre de la civilisation primitive en Europe, comme le type auquel pouvait être rapporté le climat de toutes les latitudes correspondantes. Mais cette région, qui ne forme que la septième partie du globe entier, se trouva précisément faire exception à la règle générale. Or, c'est par une

raison semblable, que le géologue doit éviter soigneusement de regarder la température actuelle de la terre, comme le type de celle qui a le plus longtemps dominé, puisque à diverses époques, la position respective des continents et des mers a éprouvé des modifications bien plus considérables que celles qui de nos jours donnent lieu à la différence qu'on observe entre le climat de l'Europe et celui de plusieurs autres contrées situées sous les mêmes parallèles.

Il est actuellement bien établi que les zones d'égale température qui existent, soit dans l'atmosphère, soit dans l'Océan, ne sont ni parallèles à l'équateur, ni parallèles les unes à l'égard des autres (*). On sait aussi que la température *moyenne* annuelle de deux régions peut être la même, sans que pour cela leurs climats

(*) C'est à M. Al. de Humboldt que la science est redevable d'avoir réuni dans un très-élégant essai, les données éparses qui lui ont servi à établir une théorie approchée de la distribution de la chaleur à la surface du globe. Un grand nombre de ces données proviennent d'observations faites par M. de Humboldt lui-même; d'autres ont été puisées dans les ouvrages de divers auteurs, dans ceux entre autres de M. Pierre Prévost, de Genève, sur le rayonnement de la chaleur.—Voyez Humboldt: Des Lignes Isothermes et de la Distribution de la Chaleur sur le Globe, Mémoires d'Arcueil, t. III. La traduction anglaise de cet ouvrage a été insérée dans le « Edinb. Phil. Journ., » (Journal philosophique d'Edimbourg) vol. III, Juillet 1820.

se ressemblent; car il peut se faire que les saisons soient presque uniformes, ou qu'elles présentent au contraire de très-grandes différences; et alors il ne saurait y avoir de coïncidence entre les lignes d'égal hiver, et celles d'égale température annuelle, ou lignes isothermes. Les déviations de toutes ces lignes, par rapport à un même parallèle de latitude, sont déterminées par une multitude de circonstances, telles que la position, la direction et l'élévation des continents et des îles; la position et les divers degrés de profondeur de la mer; et enfin, la direction des courants et des vents.

On a observé que plusieurs régions de l'Europe et de l'Amérique, situées sous les mêmes parallèles, offrent une différence moyenne de température, qui s'élève parfois à 11° Fahr. (plus de 6° centig.), et même dans quelques cas, à 17° (9 ½ centig.); tandis que d'autres parties de ces mêmes continents, quoique placées sous des latitudes qui diffèrent entre elles de 7 à 13°, ont une même température moyenne (*). La cause principale de la discordance qu'on observe dans les températures des latitudes correspondantes de l'Amérique septentrionale et de l'Europe, tient à la nature des barrières qui séparent l'Amérique du nord et l'Europe du cercle arctique. La barrière amé-

(*) Humboldt : Des Lignes Isothermes, etc.

ricaine consiste en une vaste étendue de terre ferme, s'élevant, en plusieurs endroits, à des hauteurs de 3000 à 5000 pieds (900 à 1500^{m}.) L'autre se compose d'une mer. Or, comme on sait que l'Océan tend à conserver partout une température modérée, on comprendra sans peine qu'il doive communiquer cette même température aux terres adjacentes, dont ainsi le climat, quel qu'il soit, se trouve modifié. Par là s'explique donc comment, à parité de latitude, telles et telles parties de l'Europe jouissent d'une température plus douce que certaines régions de l'Amérique du nord. D'un autre côté, les hautes terres s'élevant quelquefois jusqu'à des régions très-froides de l'atmosphère, on concevra aussi qu'elles doivent se couvrir de glace et de neige, arrêter, condenser, congeler les vapeurs, et par suite, transmettre aux régions voisines leur basse température. C'est par cette raison que le Groënland, qui fait partie d'un continent s'étendant jusqu'au 82e parallèle boréal, offre, sous le 60e degré de latitude, un climat plus rigoureux que celui qui règne en Laponie au 72e.

Mais une terre située entre le 40e parallèle et l'équateur, produirait, à moins qu'elle ne soit très-élevée, exactement l'effet opposé; car alors, elle échaufferait les portions de terre ou de mer comprises entre elle et le cercle polaire. Dans le cas que nous supposons ici, la surface du continent étant exposée aux rayons

verticaux, ou presque verticaux du soleil, absorberait une grande quantité de chaleur qu'elle répandrait ensuite par voie de rayonnement dans l'atmosphère. Telle est la cause de la haute température que les parties occidentales de l'ancien continent reçoivent de l'Afrique, « qui, ainsi qu'une immense fournaise, distribue sa chaleur à l'Arabie, à la Turquie d'Asie et à l'Europe » (*). Quant à l'extrémité nord-est de l'Asie, c'est précisément le contraire qui a lieu pour elle; car, à la latitude correspondante, il fait un froid extrême qu'on doit évidemment attribuer à sa position entre la partie continentale qui, du 60e au 70e parallèle, la limite vers le nord, et l'Océan pacifique qui, du côté du sud, la sépare de l'équateur.

Les moindres inégalités de la température des mers comparées à celles des continents, sont cause que le climat des îles et des côtes diffère essentiellement de celui de l'intérieur des terres, Les climats maritimes sont caractérisés par des hivers plus doux et par des étés moins chauds que ceux des climats continentaux, les brises de mer qui y règnent ayant la double propriété de tempérer le froid de l'hiver et la chaleur de l'été. Ainsi, lorsqu'on suit sur le globe les zônes dont la température moyenne annuelle est très-souvent la

(*) Malte-Brun : Géog. Phys., livre XVII.

même, on trouve de très-grandes différences dans les climats de ces zones. Ceux, par exemple, que l'on nomme *insulaires*, ont des saisons presque uniformes, tandis que d'autres, qu'on désigne sous le nom de climats *excessifs*, offrent à l'égard de leurs températures d'hiver et d'été des différences considérables. Comparé aux parties orientales de l'Amérique et de l'Asie, l'ensemble de l'Europe jouit d'un climat insulaire. La partie septentrionale de la Chine et la région Atlantique des États-Unis ont un climat excessif. « A New-York, » dit M. de Humboldt, « on trouve l'été de Rome et l'hiver de Copenhague; à Québec, l'été de Paris, et l'hiver de Pétersbourg. En Chine, par exempie à Pékin, où la température moyenne de l'année est celle des côtes de Bretagne, les ardeurs de l'été sont plus fortes qu'au Caire, et les hivers aussi rigoureux qu'à Upsal (*). »

Si l'on tirait à l'entour du globe des lignes passant par tous les lieux dont la température d'hiver est la même, on verrait que ces lignes dévient beaucoup plus des parallèles terrestres que ne le font les lignes d'égale température moyenne annuelle. Ainsi, en Europe, par exemple, les lignes d'égal hiver se recourbent souvent, de manière à rencontrer des parallèles de latitude distants de 9 ou 10° les uns des autres;

(*) Des Lignes Isothermes, etc.

tandis que les lignes isothermes, c'est-à-dire, celles qui passent par les lieux d'égale chaleur moyenne annuelle, ne diffèrent des cercles de latitude que de 4 ou 5 degrés.

De l'influence des courants et des glaces flottantes sur la température. — Parmi les autres causes qui influent encore sur les différences qu'on observe dans la température moyenne des différents lieux du globe, et sur l'inégale distribution de la chaleur dans les différentes saisons de l'année, on ne doit pas oublier la direction des courants, non plus que l'accumulation et le flottement des glaces dans les hautes latitudes. La température du courant de Lagullas est de 10 ou 12° Fahr. (5 ou 6 $\frac{2}{3}$ deg. centig.) plus élevée que celle de la mer, au cap de Bonne-Espérance; ce qui s'explique aisément, si l'on considère que la plus grande partie des eaux de ce courant provient du canal de Mozambique, de la côte sud-est de l'Afrique, et de certaines régions de la mer des Indes, beaucoup plus voisines de la ligne, et par conséquent bien plus chaudes que le Cap (*). L'effet contraire est produit par le courant « Equatorial », lequel traverse l'Atlantique, à partir de l'Afrique jusqu'au Brésil, et en s'étendant sur une largeur qui varie de 160 à

(*) Rennell, on Currents (Sur les Courants) p. 96. Londres, 1832.

450 milles nautiques. Ses eaux, qui sont plus froides de 3 ou 4° Fahr. (1 $\frac{1}{2}$ ou 2 $\frac{1}{4}$ deg. cent.) que celles de l'Océan sous la ligne, tempèrent la chaleur des tropiques (*).

Quant aux effets du *Gulf-Stream* sur le climat de la partie septentrionale de l'océan Atlantique, ils sont bien plus remarquables encore. Ce courant est le plus considérable de tous ceux que l'on connaît. Il a son origine dans le golfe du Mexique, qui, de même que la Méditerranée et les autres mers intérieures situées sous des parallèles tempérés ou peu élevés, est, à parité de latitude, plus chaud que l'Océan. Suivant Rennell, la température du golfe du Mexique est, en été, de 86° Fahr. (30° centig.), c'est-à-dire, qu'elle est supérieure de 7° (4° centig. env.) au moins, à celle qu'on observe dans l'Atlantique, sous la même latitude (**). De ce grand réservoir d'eau chaude s'échappe un courant constant qui, prenant sa course par le détroit de Bahama, et faisant de trois à quatre milles par heure, traverse l'Océan dans une direction nord-est, et va longer le grand banc de Terre-Neuve où il conserve une température de 8° (4 $\frac{1}{2}$ deg. centig.) au-dessus de celle de la mer environnante. De là, il s'élance vers les Açores, qu'il atteint en 78 jours en-

(*) Rennell, on Currents, p. 173.

(**) Ibid. p. 25.

viron, après avoir parcouru 3000 milles géographiques; puis, continuant à s'avancer, quelquefois d'un millier de milles encore, il arrive à la baie de Biscaye avec un excès de chaleur de 5° (2° 8), par rapport à la température moyenne de cette mer. Comme c'est aux mois de novembre et de janvier que le *Gulf-Stream* parvient en ces parages, tout porte à croire qu'il doit modérer le froid de l'hiver dans les contrées occidentales de l'Europe.

Au centre de l'Atlantique septentrional, se trouve, entre les 33e et 35e degrés de latitude N., un vaste espace qui, appelé par Rennell le « récipient de l'eau du golfe, » est couvert en très-grande partie par des plantes marines, connues sous le nom de Sargasses (*Lenticula marina*), que le courant amène en abondance du golfe du Mexique. Cette masse d'eau est presque stagnante; elle est, en outre, plus chaude de 7 ou 10° Fahr. (4 ou 5 ½ deg. centig.) que l'Atlantique; ce qui, la rendant plus légère, fait qu'elle peut être comparée à l'eau douce d'une rivière, qui se maintient au-dessus de l'eau salée de la mer par l'effet de sa moindre pesanteur. Rennell évalue l'étendue du « Récipient », en y comprenant l'espace recouvert par le courant principal, à 2000 milles en longueur, de l'est à l'ouest, et à 350 en largeur, du nord au sud, ce qui, ainsi qu'il le remarque, surpasse l'étendue de la Méditerranée. La température

de cette énorme masse d'eau est entretenue par le renouvellement, aussi prompt qu'incessant, de l'eau chaude qui vient du sud; et il n'y a nul doute que cette cause n'influe d'une manière notable sur le climat général de certaines parties de l'Europe et de l'Amérique.

Scoresby pense que le *Gulf-Stream* étend son influence jusqu'à la mer voisine du Spitzberg, où il y a tout lieu de croire que ses eaux se fraient un passage sous celles qui proviennent de la fusion des glaces; car on a trouvé qu'aux alentours du Spitzberg, l'eau de la mer est de 6 ou 7° Fahr. (3 ½ ou 4° centig.) moins chaude à la surface qu'à 2 et 300 brasses de profondeur, — circonstance que l'on peut attribuer à la loi bien connue en vertu de laquelle l'eau douce atteint son maximum de densité entre les 39e et 40e degrés du thermomètre de Fahrenheit, ou à + 4 du th. centigrade. Entre ce point et celui de sa congélation, elle se dilate au lieu de se contracter. Or, l'eau qui provient de la glace fondue doit être nécessairement plus légère que celle du *Gulf-Stream;* car, non-seulement elle a perdu son sel par suite de la décomposition qui résulte de sa congélation, mais, de plus, sa température se rapproche davantage du zéro de l'échelle centigrade (+ 32e Fahr.) que les eaux inférieures de ce courant (*).

(*) Lorsqu'il écrivait en 1820 (Arctic Regions, vol. I, p. 210).

Les grands glaciers qui se forment dans les vallées du Spitzberg, par 79 de lat. N., sont presque tous détachés du rivage par les eaux du *Gulf-Stream*, qui conservent encore assez de chaleur pour faire fondre les masses de glaces avec lesquelles elles se trouvent en contact. Il n'en est pas de même dans la baie de Baffin, sur la côte occidentale de l'ancien Groënland, où la température de la mer n'est pas modifiée par la même cause, puisqu'il ne s'y rencontre pas de courant sous-marin plus chaud que l'eau de la surface. Les glaciers y avancent non-seulement jusqu'aux rivages, mais même au delà, et les fragments souvent énormes qui se détachent de leurs masses, donnent naissance aux montagnes de glaces que l'on voit flotter sur l'Océan (*).

Scoresby doutait encore si, en passant à l'état de congélation, l'eau salée se dilatait comme l'eau douce. Mais depuis, Erman a prouvé par des expériences (Annales de Poggendorf, 1828, vol. XII, p. 483) que l'eau de mer ne suit pas la même loi que l'eau douce, ainsi que de Luc, Rumford et Marcet l'avaient supposé. Il paraît, au contraire, que l'eau salée dont la pesanteur spécifique est de 1,027 (ce qui, suivant Berzélius, est la densité moyenne de l'eau de mer) n'a pas de *maximum de densité* tant qu'elle reste liquide ; et que même, lorsque la glace commence à s'y former, la partie liquide restante augmente toujours de densité, proportionnellement à l'abaissement de la température.

(*) Scoresby's Arctic Regions, vol. I, p. 208. — Observations

Le nombre et les dimensions de ces masses flottantes sont immenses. Dans la baie de Baffin, le capitaine Ross en a vu plusieurs échouées sur un point où l'eau avait quinze cents pieds (457 mètres) de profondeur! Grand nombre d'entre elles descendent jusqu'à la baie de Hudson, où leur accumulation occasionne un froid excessif sur le continent voisin. Le capitaine Franklin rapporte que partout où l'on creuse des puits, vers l'embouchure de la rivière Hayes, qui est située sous la même latitude que la partie nord de la Prusse et que l'extrémité sud de l'Écosse, on trouve de la glace en tout temps, même en été, à quatre pieds (1m 2) de profondeur! Parfois aussi, au milieu de l'été, on rencontre jusque vers le 40e degré de latitude, et le 60e de longitude occidentale, des montagnes de glaces, dont la fonte rapide refroidit l'eau de ces parages jusqu'à la distance de quarante ou cinquante milles (15 ou 18 l. env.). Le refroidissement dû à ces glaces est si sensible, que le thermomètre Fahrenheit s'abaisse quelquefois de 17 ou 18° (9 ½ ou 10. centig.) dans leur voisinage (*). On a observé que tous les quatre ou cinq ans, une immense quantité de glaces flottantes venant du Groënland, allaient s'échouer sur la côte

du docteur Latta sur les Glaciers du Spitzberg, etc. Edinb. New Phil. Journ. vol. III, p. 97.

(*) Rennell, on Currents, p. 95

occidentale de l'Islande, après avoir doublé le cap Langaness. Dès qu'ils les voient s'avancer, les malheureux habitants de ce triste rivage font le sacrifice de leurs récoltes, sachant que jamais elles ne résistent aux brouillards qui accompagnent presque toujours la présence de ces glaces, lesquelles, du reste, n'ont pas seulement pour effet d'occasionner la disette des produits de la terre ; car le froid qui en résulte abaisse la température de l'eau au point que tout le poisson abandonne la côte.

De la différence de climat qu'on observe entre l'hémisphère nord et l'hémisphère sud. — La comparaison des climats qui règnent dans les deux hémisphères, peut nous aider aussi à apprécier l'influence que la distribution des terres et des mers exerce sur le climat. Abstraction faite de l'étendue comprise entre le 74e degré de latitude sud et le pôle, parages auxquels, jusqu'à ce jour, on n'a pu parvenir (juillet 1840), la quantité de terre ferme qui existe dans l'hémisphère austral n'est à celle que contient l'hémisphère boréal que dans le rapport de un à trois. De plus, tandis qu'entre le pôle et le 30e parallèle de lat. N., la terre et la mer occupent des étendues à peu près égales, l'Océan, dans l'hémisphère sud, recouvre au moins quinze parties sur seize, de l'espace compris entre le cercle polaire antarctique et le 30e parallèle de lat. S.

Cette grande étendue de mer donne aux climats méridionaux un caractère particulier : les hivers y sont peu rigoureux tandis que les étés y sont frais. Ainsi, par exemple, à la Terre de Van Diémen, dont la latitude correspond à peu près à celle de Rome, les hivers sont plus doux qu'à Naples, et les étés aussi modérés qu'à Paris, dont la distance à l'équateur est cependant de 7° plus grande (*). Les effets qui résultent d'un pareil climat pour la vie animale et pour la végétation, sont aussi des plus remarquables. Le capitaine King a observé que la fuchsie et la véronique, qui, en Angleterre, sont rangées parmi les plantes délicates, forment de très-grands arbustes à la Terre-de-Feu, où ils prospèrent admirablement et se couvrent d'abondantes fleurs, quoiqu'ils n'y trouvent qu'une température de 36° F. (2°22 centig.). Le même observateur rapporte aussi «qu'après deux ou trois jours de neige, de grésil et de pluie constante, pendant lesquels le thermomètre était descendu au point de la congélation,» on vit des oiseaux-mouches humer le suc des fleurs. De son côté, M. Darwin vit, par 55° de lat. S., près du cap Horn, des perroquets qui se nourrissaient de la graine d'un arbre que l'on nomme Drymis Winteri (**).

(*) Humboldt, Des Lignes Isothermes.

(**) Journ. of Travels in S. America, etc., p. 272.

Les plantes parasites de la famille des orchidées, qui, en général, sont caractéristiques des tropiques, avancent, dans l'hémisphère Sud, jusque vers les 38e et 42e degrés de lat. Forster en a même trouvé au 45e, dans la Nouvelle-Zélande. L'Amérique méridionale aussi renferme dans les épaisses forêts de Chiloë, situées sous le 42e parallèle de lat. S., une immense quantité de plantes arborescentes. « Là, ces plantes, en enlaçant les arbres jusqu'à la hauteur de trente ou quarante pieds (9 ou 12 mètres) au-dessus du sol, dissimulent leur forme et leur donnent l'aspect d'une masse confuse. Dans ces régions, le palmier croît au 37e degré de lat.; au 40e se trouve une plante arborescente analogue au bambou; et même au 45e, vit et prospère une autre plante encore, qui, sans avoir un port vertical, offre aussi beaucoup de ressemblance avec le bambou» (*).

Pendant longtemps on a cru que la température générale de l'hémisphère sud était sensiblement plus froide que celle de l'hémisphère nord, et l'on supposait que la différence était au moins de 10° Fahr. (5,56 c.). Un grand nombre d'observations réunies et comparées par M. de Humboldt, l'ont amené à conclure que cette différence est beaucoup plus grande encore pour certains lieux, mais qu'elle est nulle

(*) Darwin, ibid., p. 271.

entre les tropiques, et à peine sensible jusqu'aux 35e et 40e parallèles. Le capitaine Cook supposant que la calotte de glace qui recouvre les deux pôles s'avançait de 10° plus près de l'équateur dans l'hémisphère sud que dans l'hémisphère nord, pensait que la glace était bien plus abondante dans les régions antarctiques que dans celles qui avoisinent le pôle boréal; mais les voyages récents de Weddell et de Biscoe ont prouvé que sur certains méridiens, on peut approcher du pôle austral de plusieurs degrés de plus que Cook ne l'avait fait: ces deux navigateurs ayant trouvé jusqu'au 73e, et même jusqu'au 74e degré de lat. sud, la mer libre, et couverte de quelques glaçons flottants seulement (*).

Quoi qu'il en soit, l'excès de froid des hautes latitudes australes, par rapport à la température des hautes latitudes boréales, se trouve confirmé par la description des terres de cet hémisphère qu'ont donnée tous les navigateurs anciens et modernes. Ainsi, par exemple, le capitaine Cook trouva la terre

(*) En 1823, le capitaine Weddell s'avança de 3° au delà du point où s'était arrêté le capitaine Cook, et arriva ainsi au 74°, 15′ de latitude Sud, et au 34°, 17′ de longitude occidentale. Après avoir traversé une mer parsemée de nombreuses îles de glace, il trouva l'Océan libre à cette haute latitude. Toutefois, il eût pu avancer de 6° de plus encore vers le sud, sans dépasser les limites auxquelles avait atteint, dans le cercle polaire arctique, le

de Sandwich, située au 59e degré de lat. sud, c'est-à-dire, au parallèle correspondant à celui de la partie septentrionale de l'Écosse, « couverte de plusieurs toises de neiges perpétuelles, » depuis le sommet des montagnes jusqu'au bord des falaises, et cela au premier février, moment le plus chaud de l'année. Mais ce qui est plus extraordinaire encore, c'est que dans l'île de Géorgie, dont la latitude sud, de 54°, répond au parallèle du Yorkshire, la ligne des neiges perpétuelles s'abaisse jusqu'au niveau de l'Océan. Or, quand on considère ce fait, et qu'on se rappelle que les plus hautes montagnes de l'Écosse, qui ont près de 5,000 pieds (plus de 1,500 mètres) d'élévation, et qui sont à 4° plus loin de l'équateur que l'île de Géorgie, n'atteignent pas le niveau des neiges perpétuelles, du côté nord de la ligne, il devient évident que la latitude n'entre que pour une assez faible part dans les causes nombreuses et puissantes qui concourent à déterminer le climat de certaines régions du globe. Dans l'exemple que nous venons de citer, la

capitaine Parry, qui parvint à la latitude de 81° 12′ 51″ nord. En 1831 et 1832, le capitaine Biscoe découvrit les terres de Graham et d'Enderby, la première située au sud de la nouvelle Shetland méridionale, entre les 64e et 68e degrés de latitude sud; et l'autre, à la même latitude, mais sur le méridien de Madagascar. Journ. of Roy. Geograph. Soc. of London (Journal de la Société royale de Géographie de Londres), 1833, p. 105.

permanence des neiges dans l'hémisphère sud est due en partie aux glaces flottantes qui refroidissent l'atmosphère et condensent les vapeurs, au point, qu'en été même, le soleil ne peut se faire jour au travers de l'air brumeux qui résulte de cette condensation. Mais l'abondance des glaces dont la mer est couverte au sud de l'île de Géorgie et de la terre de Sandwich, n'est pas probablement, ainsi que le donne à entendre M. de Humboldt, la seule cause notable du froid intense qui règne dans ces contrées; il est à croire que l'absence de terre qu'on remarque entre elles et les tropiques doit y contribuer pour beaucoup aussi.

Si l'Afrique et la Nouvelle-Hollande s'étendaient davantage vers le sud, la quantité de glaces qu'on observe dans l'hémisphère austral diminuerait inévitablement par suite de la chaleur rayonnante qui, durant l'été, émanerait de ces continents, et réchaufferait la mer adjacente, en même temps qu'elle raréfierait l'atmosphère. On conçoit aisément que les courants d'air ainsi échauffés tempéreraient la rigueur de l'hiver, et qu'en outre, ils s'élèveraient et se précipiteraient d'une manière plus rapide vers le pôle sud. Ce qui vient à l'appui de ce raisonnement, c'est de voir « la calotte de glace qui entoure le pôle jusque vers les 71e et 68e degrés de lat. S., avancer davantage vers l'équateur, partout où elle trouve une

mer libre, c'est-à-dire, là où les extrémités pyramidales des grands continents ne leur sont pas opposées (*),» — circonstance qui paraît ne pouvoir s'expliquer que par l'hypothèse à laquelle nous faisions allusion tout à l'heure, relativement à la chaleur rayonnante provenant des continents qui offrent cette forme.

Le capitaine Cook pensait que le froid des régions antarctiques devait être attribué à la présence d'une grande étendue de terre ferme entre le 77e degré de lat. S. et le pôle. Dans tous les cas, il est digne de remarque que même aujourd'hui, après les observations faites pendant les voyages les plus récents, il reste constaté que la portion non encore explorée des contrées situées autour du pôle sud surpasse de beaucoup le double de l'Europe (**). Quelques géographes sont d'avis que la découverte récente des terres de Graham et d'Enderby (entre les 64e et 68e degrés de lat. S.), auxquelles le capitaine Biscoe suppose une grande étendue, doit concourir à fortifier l'opinion du capitaine Cook; car, bien que ces régions soient situées sous des latitudes semblables à celles où, dans l'hémisphère nord, non-seulement

(*) Humboldt; Des Lignes Isothermes.

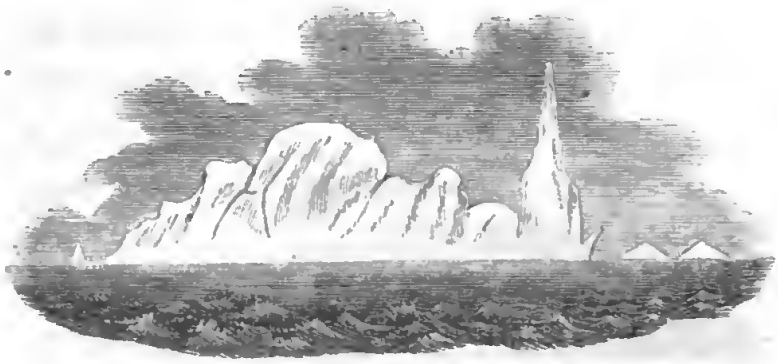
(**) Je tiens de M. Gardner que la surface de l'Europe est d'environ 2,793,000 milles géographiques carrés, et celle de la région antarctique dont il s'agit, de 7,620,000 à peu près.

on rencontre de nombreuses troupes d'animaux sauvages, mais où l'homme lui-même existe, et où son industrie a créé des ports et des villages, elles offrent en tout temps l'image de l'hiver, le sol y étant, même en été, presque entièrement couvert de glace et de neige; enfin, ajoutons pour compléter le désolant tableau que présentent ces contrées, que le règne animal n'y compte qu'un très-petit nombre de représentants.

Les distances auxquelles les champs de glaces se rapprochent de l'équateur, sont, autant que les observations faites jusqu'à ce jour permettent d'en juger, bien différentes des deux côtés opposés de la ligne. En général, dans l'hémisphère nord, leur limite extrême ne dépasse pas le 40e degré de latitude. On les rencontre quelquefois au 42e, près de l'extrémité du grand banc de Terre-Neuve, et vers les Açores, où ils se trouvent poussés en sortant de la baie de Baffin. Dans l'hémisphère sud, ils ont été vus, pendant ces dernières années, entre les 36e et 39e degrés de latitude, en divers points, à la hauteur du cap de Bonne-Espérance (*). Une de ces masses (*voyez* Fig. 6) avait deux milles

(*) On Icebergs in low Latitudes (Sur les champs de glaces observés dans les basses latitudes), par le capitaine Horsburgh à qui est dû le dessin représenté fig. 6. Phil. Trans., 1830

Fig. 6.



Champ de glaces vu par la latitude du cap de Bonne-Espérance, en avril 1829. Lat. 39° 15' S. Long. 48° 46' Est.

(les $\frac{2}{3}$ d'une lieue environ) de circonférence, et 150 pieds (46 mètres) de hauteur. Il ressemblait à de la craie, quand le soleil ne l'éclairait pas, et offrait l'aspect du sucre raffiné, quand, au contraire, il était frappé des rayons de cet astre. D'autres, en s'élevant de 250 à 300 pieds (76 à 91 mètres environ), au-dessus de la surface de la mer, faisaient juger de l'énormité de leur volume total; car on sait, d'après des expériences sur les glaces qui flottent dans l'eau de mer, que chaque pied cube (1 pied cube anglais = $0^{m.c.}$ 028315312) de glace qui dépasse le niveau de l'Océan, correspond à huit pieds cubes ($0^{m.c}$ 226522496), au-dessous (*). Si les îles de glaces qui viennent des

(*) Scoresby's Arctic Regions, vol. I, p. 234.

régions polaires boréales descendaient jusqu'à des latitudes aussi basses que celles de l'hémisphère sud, elles pourraient atteindre le cap Saint-Vincent; et de là, se trouvant entraînées par le courant qui se dirige de l'Atlantique à la Méditerranée, par le détroit de Gibraltar, elles auraient bientôt couvert de brumes et de nuages le beau ciel des régions privilégiées qui bordent cette dernière mer.

Avant que la différence entre les températures des deux hémisphères eût été numériquement déterminée, plusieurs astronomes l'attribuaient à l'ellipticité de l'orbite terrestre, ou à l'accélération du mouvement du globe dans son périhélie, — accélération d'où résulte que le printemps et l'été de l'hémisphère austral sont, à l'époque actuelle, de huit jours plus courts que les saisons correspondantes de l'hémisphère boréal. Quant à sir J. Herschel, il est d'avis que cet excès de durée de la présence du soleil dans l'hémisphère nord n'est susceptible de produire aucune différence annuelle dans la quantité de lumière et de chaleur que cet astre envoie à la terre; puisqu'on peut démontrer, d'après les lois du mouvement elliptique, que, quelle que soit l'excentricité de l'orbite de la terre, les deux hémisphères doivent recevoir annuellement des *quantités absolues* de lumière et de chaleur *parfaitement égales*, la proximité du soleil, au périgée, compensant exactement l'effet

qui résulte de l'accélération de son mouvement (*). D'un autre côté, M. de Humboldt fait observer que « l'accumulation de la chaleur doit être moindre dans l'hémisphère sud, à cause de l'émission de la chaleur rayonnante qui y a eu lieu pendant un hiver plus long (**). »

Bien qu'une telle cause de perturbation ne produise peut-être qu'un effet très-peu sensible, le géologue ne doit cependant pas perdre de vue, qu'elle agit alternativement, dans certaines limites, sur chacun des deux hémisphères, pendant une période de plus de 10,000 années, partageant d'une manière inégale les temps durant lesquels s'opère la distribution annuelle de lumière et de chaleur que le soleil envoie à la terre. Cette cause, qui peut tendre parfois à contrebalancer les inégalités de température dues à des cir-

(*) Cette conséquence, dit Herschel, résulte d'un théorème extrêmement simple que l'on peut énoncer ainsi : — « La quantité de chaleur que la terre reçoit du soleil dans le temps qu'elle met à parcourir un arc quelconque de son orbite, est proportionnelle à l'angle décrit autour du centre du soleil. » Ainsi donc, si on partage l'orbite de la terre en deux portions, par une ligne tirée *dans quelque direction que ce soit*, mais passant par le centre du soleil, on peut être assuré que les quantités de chaleur reçues par la terre dans le temps qu'elle emploie à décrire les deux segments inégaux de l'ellipse, sont égales. Geol. Trans., vol. III, part. II, p. 298, second series.

(**) Des Lignes Isothermes.

constances beaucoup plus puissantes, doit, par suite de certaines combinaisons de causes diverses, amener aussi quelquefois une augmentation de ces mêmes inégalités.

Au reste, quelle que puisse être aujourd'hui l'infériorité de la chaleur dans les zones tempérée et glaciale de l'hémisphère sud, par rapport aux zones correspondantes de l'hémisphère nord, toujours est-il que le froid y serait bien plus intense encore, si l'espace compris entre les 55e et 70e parallèles était occupé par quelque grande étendue de hautes terres au lieu de l'être par une mer libre. De même, aussi, le froid y serait beaucoup moins vif, si l'espace qui s'étend depuis la ligne jusqu'au 45e degré de latitude sud renfermait plus de terre.

Des modifications de climat auxquelles peuvent donner lieu des changements dans la position respective des terres et des mers. — Aux remarques que nous venons de présenter sur la distribution de la chaleur à la surface du globe, dans son état actuel, nous ajouterons quelques considérations sur les changements dans le climat qui doivent résulter des variations incessantes qu'éprouve la surface de notre planète, et que la géologie a pour but d'étudier. Mais, pour que nos considérations ne s'écartent pas des limites les plus strictes de l'analogie, nous supposerons : 1° que la proportion

des terres et des mers reste toujours la même à la surface du globe; 2° que le volume des terres s'élevant au-dessus du niveau de la mer, est une quantité constante, et que non-seulement la hauteur moyenne de ces continents, mais même leur hauteur extrême, ne sont sujettes qu'à des variations très-légères; 3° que les profondeurs moyenne et extrême de la mer sont invariables; 4° enfin, que la réunion des terres en un petit nombre de grands continents est une suite nécessaire de l'ordre de choses actuel. Il est, en effet, fort possible que les lois qui gouvernent les forces souterraines et qui agissent simultanément suivant de certaines lignes, ne puissent produire, à chacune des époques auxquelles elles manifestent leur action, que des chaînes de montagnes continues, ce qui, naturellement, empêcherait la subdivision de la terre ferme en un grand nombre d'îles.

Si à cela on objecte que suivant toute probabilité, ni le maximum d'élévation des continents, ni le maximum de profondeur des mers ne sont constants; que le groupement des terres en de grands continents ne semble pas l'être davantage, et qu'il en est peut-être de même de l'étendue relative des terres et des mers, je répondrai que les arguments que l'on peut opposer à cette objection, loin d'être sans valeur, acquerront d'autant plus de force, que l'état de la surface du

globe s'éloignera davantage de l'ordre de choses qui y règne aujourd'hui. Si, par exemple, toutes les autres circonstances restant les mêmes, la terre se trouvait, à une certaine époque, divisée en un plus grand nombre d'îles qu'à une autre époque, le climat prendrait un caractère plus uniforme, bien que pourtant la température moyenne restât la même. D'un autre côté, si une chaîne de montagnes plus élevée que l'Himalaya venait à surgir, sous de hautes latitudes, il en résulterait une augmentation très-sensible de froid. Enfin, si l'on suppose qu'il y ait eu un moment où aucune chaîne de montagnes ne s'élevait au delà de 10,000 pieds (plus de 3,000 mètres), on devra, dès lors, admettre qu'à cette époque la température était de beaucoup supérieure à celle qu'aurait déterminée l'existence de montagnes trois fois plus hautes.

Quelque constante que puisse être la proportion relative des mers et des terres, leur position géographique respective n'en présente pas moins quelque légère variation annuelle. Il ne se passe pas de siècle non plus, sans que, par suite des tremblements de terre qui ont lieu tantôt sur un point et tantôt sur un autre de la surface du globe, les continents et le fond de l'Océan n'éprouvent quelques soulèvements et quelques dépressions. Or, c'est à l'aide de ces changements incessants, et de diverses autres modifications encore, que le fond de la mer s'est trouvé

soulevé jusqu'à la hauteur de quelques-unes des montagnes les plus élevées, et que la configuration de la surface de la terre a subi plusieurs transformations générales, depuis qu'elle sert de demeure à des êtres organisés. L'imagination est vraiment effrayée, quand elle s'arrête à la considération de toutes les irrégularités qui, à partir de cette époque, se sont produites dans l'écorce du globe. Toutefois, si l'on tient compte du temps que ces irrégularités ont pu mettre pour s'accomplir, il n'est plus nécessaire, pour les expliquer, de recourir à un ordre de choses différent de celui qui existe aujourd'hui. On voit d'ailleurs, que le résultat de ces changements est, en général, insignifiant; car les chaînes de montagnes les plus hautes n'apportent qu'une modification presque insensible à la sphéricité du globe. A cette occasion, nous citerons le Chimborazo, qui, bien qu'il s'élève à plus de 21,000 pieds (6,400 mètres) au-dessus du niveau de la mer, ne devrait être représenté sur un globe de six pieds (1^m,8) environ de diamètre, que par un grain de sable de moins de $\frac{1}{20}$ de pouce (un peu plus d'un millimètre) d'épaisseur (*).

Mais indépendamment de ce que les inégalités superficielles du globe doivent être regardées comme étant très-peu considérables, leur distribution à une

(*) Maltebrun, Précis de Géographie, livre I, p. 6.

époque donnée quelconque doit être considérée, en géologie, comme une circonstance qui n'a rien de permanent, et qui, sous ce rapport, pourrait être comparée à la forme que présente le cône du Vésuve, dans l'intervalle de deux éruptions. Quelque peu importante, toutefois, que puisse être l'inégalité de la surface du globe relativement à sa masse totale, il n'en est pas moins vrai que c'est de la position et de la direction des faibles irrégularités dont nous venons de parler, que dépendent principalement l'état de l'atmosphère ainsi que le climat général et local.

Avant d'examiner l'effet qu'un changement matériel dans la distribution des terres et des mers doit produire, nous ferons remarquer à quel point la vie organique peut être affectée par telles ou telles petites variations, qui sont pourtant sans effet sur la température générale. Si l'on suppose que par suite d'un grand nombre de convulsions souterraines, une partie du Groënland se trouve transformée en mer, et qu'une vaste étendue de terre ferme soit soulevée, et remplace la portion d'océan qui sépare aujourd'hui le Spitzberg de la Laponie (soulèvement qui, après tout, ne produirait pas dans la terre ferme un accroissement plus considérable que celui qui, à une époque moderne, a eu lieu en certains points des rivages de la Méditerranée), on concevra comment une pareille altération dans la forme des

continents dont il vient d'être question, pourrait occasionner un échange entre le climat de certaines contrées de l'Amérique du nord, et celui de plusieurs régions européennes, situées sous des latitudes correspondantes. On comprendra, en outre, qu'un grand nombre d'espèces d'animaux et de plantes, originaires de ces deux continents, périraient par suite de l'abaissement considérable qu'éprouverait la température moyenne de l'Europe, et de l'élévation qui se manifesterait, au contraire, dans celle de l'Amérique septentrionale. D'un autre côté, dans les lieux où la température moyenne annuelle ne subit aucune altération, quelques-unes des espèces qui prospèrent en Europe, où les saisons sont plus uniformes que dans l'Amérique du nord, ne pourraient résister à la chaleur plus vive des étés, ni au froid plus intense des hivers de cette dernière contrée. Telles autres espèces, au contraire, qui aujourd'hui sont accoutumées au contraste excessif des saisons américaines, ne sauraient s'accommoder du climat *insulaire* de l'Europe. La vigne, suivant M. de Humboldt, peut être cultivée avec avantage en Europe, jusqu'à 10° plus au nord que dans l'Amérique septentrionale. Plusieurs plantes endurent pendant l'hiver un froid rigoureux, tout en ayant besoin, l'été, d'une certaine intensité de chaleur et d'une certaine quantité de lumière, pour que leurs graines puissent atteindre à

une complète maturité; d'autres, au contraire, ne peuvent supporter aucun excès de température, ni en chaud, ni en froid.

Il est aujourd'hui constaté qu'un bon nombre des espèces actuelles d'animaux ont survécu à plusieurs des grands changements qui se sont opérés dans la géographie physique du globe. Bien que ces espèces puissent être regardées comme modernes, comparativement à celles qui les ont précédées, il n'en est pas moins vrai qu'en réalité elles sont fort anciennes, puisqu'on en retrouve des débris dans certains dépôts sous-marins de plusieurs centaines de milles d'étendue, et qui, par suite du temps écoulé depuis leur formation, ont pu s'élever à une hauteur assez considérable au-dessus de l'Océan. Ainsi donc, lorsqu'il est prouvé que des révolutions physiques dans la surface du globe, analogues à celles qui viennent d'être décrites, ont pu déterminer des changements dans la température de l'atmosphère, on ne doit plus être surpris que la distribution des espèces actuelles soit *locale*, tant à l'égard de la *longitude* que de la latitude. Si, par un effet de la puissance créatrice, toutes les espèces venaient aujourd'hui à se trouver répandues uniformément dans les zones qui jouissent d'une même température, et qui sont douées d'un climat semblable à tous égards, dès à présent elles

commenceraient à s'écarter de plus en plus de leur distribution primitive. Les espèces aquatiques et terrestres seraient, ainsi que Hooke l'a observé depuis longtemps, déplacées à chaque changement qui aurait lieu dans la position respective des mers et des continents. D'un autre côté, la formation de montagnes nouvelles et divers autres changements encore, donneraient lieu à des transpositions de climat qui, à leur tour, contribueraient, ainsi que nous l'avons vu plus haut, à l'extinction locale des espèces (*).

Si nous passons ensuite à l'examen des circonstances capables de produire un changement *général* dans la température, nous verrons, d'après les faits et les principes qui ont été précédemment exposés, que chaque fois qu'une grande étendue de haute terre se rencontrera dans les régions polaires, ou que les mers voisines des tropiques se trouveront agrandies, il y aura augmentation de froid; tandis qu'au contraire, la chaleur augmentera quand les phénomènes opposés auront lieu. (Voyez la carte représentée Pl. 2.) Ce fait une fois admis, il s'ensuit naturellement qu'à moins que les inégalités superficielles de la terre ne

(*) La troisième partie de cet ouvrage renferme des considérations très-étendues sur les effets que peuvent produire, relativement à la distribution et à l'extinction des espèces, les diverses modifications que la géographie physique du globe est exposée à subir.

soient fixes et permanentes, la température moyenne de chaque zone doit éprouver d'incessantes fluctuations, et que le climat d'une certaine époque ne peut pas plus être le type de celui d'une autre époque, qu'une de nos quatre saisons ne peut être le type des trois autres.

On a dit avec raison que la surface du globe consistait en un vaste océan d'où s'élèvent deux grandes îles et beaucoup d'autres plus petites, car ces îles, qui comprennent l'ancien et le nouveau continent, n'occupent que le quart, tout au plus, de la superficie du sphéroïde terrestre. Or, il est de toute probabilité, que jamais la terre ferme n'occupera plus d'un quart de la surface d'aucune région donnée, comme celle, par exemple, qui s'étend entre chacun des cercles polaires et le pôle respectif. Si donc il arrivait aujourd'hui que dans la seule de ces deux régions que nous pouvons explorer, la quantité de terre excédât *de beaucoup* cette proportion moyenne, et qu'en outre la hauteur d'une partie de ces terres fût de plus de 5,000 pieds (1,500 mètres environ), on pourrait en conclure que dans l'ordre actuel des choses, la température moyenne du climat est inférieure à celle dont la surface de la terre jouirait à son état le plus ordinaire. Cette conjecture acquerrait plus de force encore, si l'on admettait que la profondeur moyenne de l'Océan Atlantique et de la mer Pacifique

est réellement aussi considérable que quelques astronomes l'ont imaginé (*); car on pourrait alors s'attendre à trouver dans les zones glaciales, non-seule-

(*) Voyez Young's Nat. Phil., Lect. XLVII; (Philosophie naturelle de Young, Lecture XLVII), et Mrs. Somerville's Connexion of Phys. sciences, section 14, p. 110 (De la Connexion des Sciences physiques, par madame Somerville) (1). En cherchant à évaluer la profondeur probable de la mer d'après certains phénomènes des marées, Laplace dit « que sa profondeur moyenne (celle de l'Océan, en général), est du même ordre que la hauteur moyenne des continents et des îles au-dessus de son niveau, hauteur qui ne surpasse pas mille mètres. » Méc. céleste, livre XI, et Système du Monde, Paris, 1836, éd. in-8°, t. II, p. 144. Tout en offrant dans le langage mathématique un sens très-étendu, l'expression « du même ordre » ne veut pas dire que la profondeur de l'eau au-dessous du niveau de la mer réponde exactement à l'élévation des terres au-dessus de ce même niveau. Après avoir consulté plusieurs mathématiciens célèbres, entre autres le professeur Airy, M. Lubbock et M. Whewell, je me suis efforcé, mais en vain, je l'avoue, d'arriver à quelque conclusion tant soit peu satisfaisante relativement à la profondeur absolue de l'Océan. Les divers auteurs à qui je me suis adressé s'accordent tous à déclarer que les données hypothétiques sur lesquelles ont dû nécessairement reposer les calculs de Laplace, ne peuvent conduire, même approximativement, à la solution du problème. M. Whewell ne croit pas non plus à l'uniformité presque parfaite de la profondeur de l'Océan, que quelques savants ont essayé de déduire du peu de différence qui existe entre les deux marées d'un même jour. (Londres, mars, 1835.)

(1) Voir la traduction que j'ai donnée de cet ouvrage, Paris, 1837 T. M.

ment plus des deux tiers de mer, mais des eaux dont la grande profondeur empêcherait qu'elles pussent être promptement amenées à l'état de congélation. La même opinion se trouve confirmée, quand on compare la quantité de terre située entre les pôles et les 30èmes parallèles de latitude nord et sud, avec celle que limitent d'une part ces mêmes parallèles, et de l'autre l'équateur; car il est évident qu'à l'époque actuelle, outre que la température des régions polaires est plus basse qu'elle ne devrait l'être moyennement, celle des contrées intertropicales se trouve également au-dessous de la moyenne.

Comment il faudrait que les terres et les mers fussent placées respectivement, pour donner lieu au plus grand froid qui puisse être produit à la surface du globe. — Pour simplifier la recherche des changements dans le climat auxquels peuvent donner lieu différentes combinaisons de circonstances géographiques, nous examinerons d'abord les conditions nécessaires à la production du plus grand froid, ou, en d'autres termes, de l'hiver de la « *grande année* » ou cycle géologique; puis, nous passerons en revue celles qui sont indispensables pour déterminer le maximum de chaleur, ou l'été de ce même cycle. Commençons par l'hémisphère nord, et supposons que les collines de l'Italie et de la Sicile, qui sont d'une

origine comparativement moderne, et renferment un grand nombre de coquilles fossiles identiques à des espèces vivantes, s'enfoncent de nouveau dans la mer, d'où elles ont été émergées, et qu'une portion de terre égale, tant en étendue qu'en hauteur, — cette hauteur variant de 1,000 à 3,000 pieds (300 à 900 mètres environ), — s'élève dans l'Océan Arctique, entre la Sibérie et le pôle nord. Quant à présent, je ne m'étendrai ni sur la possibilité que de tels changements se soient produits, ni sur le temps nécessaire à leur accomplissement, me réservant de prouver plus tard, non-seulement que d'aussi grandes révolutions ont eu lieu réellement, mais qu'aujourd'hui même, il s'en opère encore de semblables sous nos yeux. Les modifications que nous venons de supposer dans la géographie physique des régions septentrionales donneraient lieu à une accumulation considérable de neiges et de glaces sur les points où se trouve maintenant une mer ordinairement libre, et détermineraient ainsi, dans la température de la majeure partie de l'Europe, un abaissement qui tendrait à rapprocher cette température de celle des latitudes correspondantes de l'Amérique du nord. En d'autres termes, il faudrait avancer de 10° de plus vers le sud, pour trouver un climat semblable à celui dont nous jouissons à présent. D'un autre côté, la disparition des collines de l'Italie et de la Sicile, loin de fournir la moindre com-

pensation à ce nouvel état de choses, en augmenterait au contraire l'effet général; la chaleur moyenne du sol étant probablement, dans ces contrées Méditerranéennes, de beaucoup supérieure à celle de la mer, par laquelle nous avons admis qu'une partie des terres était remplacée.

Si ensuite, admettant des changements plus grands encore, nous supposons que quelque vaste région intertropicale ou voisine des tropiques, comme le Brésil, par exemple, soit, avec ses plaines et ses collines peu élevées, convertie en mer, tandis que des terres égales en étendue et en hauteur prendraient place dans le cercle arctique, nous trouverons qu'une diminution sensible de température aurait lieu près du tropique, car le sol brésilien n'étant plus échauffé par le soleil, l'atmosphère et la partie voisine de l'Atlantique seraient nécessairement moins chaudes. De plus, un refroidissement excessif, occasionné par l'énorme quantité de neiges et de glaces qui s'amoncelleraient sur le nouveau continent arctique, se ferait sentir dans l'Europe entière, ainsi que dans les contrées septentrionales de l'Asie et de l'Amérique. Il se pourrait aussi qu'en raison de ces changements, une très-grande partie de l'Europe fût couverte de neiges perpétuelles, dont la limite s'abaisserait jusqu'au niveau de la mer, ainsi qu'à l'époque actuelle, cela a lieu en quelques points de

l'hémisphère austral, situés sous des latitudes correspondantes à celles des parties centrales de l'Angleterre. D'un autre côté, les champs de glaces qui aujourd'hui ne dépassent pas les Açores, pourraient fort bien, dans cette hypothèse, atteindre jusqu'à l'équateur. Enfin, pour pousser notre supposition aussi loin que possible, abaissons sous les eaux de l'Océan Indien la chaîne de l'Himalaya avec tout l'Indostan, et élevons à leur place, entre la partie septentrionale du Groënland et les îles Orcades, une égale étendue de terre et de montagnes aussi hautes que l'Himalaya. Les choses ainsi disposées, on peut à peine concevoir l'intensité du froid qui en résulterait pour l'hémisphère nord.

Mais un refroidissement presque égal se manifesterait en même temps dans l'hémisphère sud, de sorte que la différence de température des latitudes arctiques et équatoriales ne serait guère plus considérable qu'elle ne l'est aujourd'hui, aucune modification importante ne pouvant se produire dans le climat d'une région quelconque, sans qu'aussitôt toutes les autres latitudes ne s'en trouvent affectées, quelque éloignées du reste qu'elles puissent être du point où ce changement aurait eu lieu. La chaleur et le froid qui entourent le globe sont dans un état de flux et de reflux constant et universel. L'air chaud, et par conséquent raréfié, se dirige de l'équateur aux pôles, en

traversant les régions les plus hautes de l'atmosphère, vers lesquelles il tend sans cesse à s'élever. L'air froid, au contraire, est poussé des pôles à l'équateur, où il se rend pour rétablir l'équilibre, en suivant les couches atmosphériques les plus basses. Cette circulation des courants aériens est un fait qui n'est plus contesté; car, indépendamment de la preuve qu'en fournit journellement la marche opposée des nuages à des hauteurs différentes, deux événements récents l'ont démontré de la manière la plus irrécusable. Quoique les vents alizés soufflent avec beaucoup de force de la Barbade à l'île Saint-Vincent, il est pourtant arrivé, lors de l'éruption du volcan de l'île Saint-Vincent, qui eut lieu en 1812, qu'une énorme quantité de cendres provenant de cette éruption, est tombée sur la Barbade, d'une hauteur considérable (*). Il arriva aussi, en 1815, pendant la grande éruption de Sumbawa, que des cendres furent transportées jusqu'aux îles d'Amboyne et de Banda, bien que cette dernière soit à une distance de 800 milles (290 lieues) environ, à l'est du volcan, et quoique la mousson du sud-est soufflât alors dans toute sa force (**). Ce transport de matières effectué contre le vent acheva de prouver l'existence, jusqu'alors considérée comme

(*) Daniell's Meteorological Essays (Essais météorologiques de Daniell), p. 103.

(**) Ce fait a été observé par J. Crawfurd, Esq.

hypothétique, d'un contre-courant dans les hautes régions de l'air.

Suivant M. de Humboldt, le froid que l'on observe à de grandes profondeurs dans l'océan intertropical, indique que les mers sont sillonnées par des courants analogues à ceux de l'atmosphère. Entre autres preuves, nous citerons l'énorme masse d'eau chaude que le *Gulf-Stream* transporte constamment vers le nord, tandis qu'un courant d'eau froide vient du nord, en longeant les côtes du Groënland et du Labrador, et tend à rétablir l'équilibre (*).

Les courants d'eau froide qui coulent des pôles vers l'équateur tombant, en raison de leur densité, dans les régions inférieures de l'océan, et les refroidissant (**), il en résulte que la chaleur de la zone torride et le froid du cercle arctique se trouvent contre-balancés. Ainsi, le refroidissement des régions polaires dû aux modi-

(*) Dans tout ce qui est dit ici de la circulation de l'air et de l'eau, on n'a prétendu faire allusion ni aux vents alizés, ni aux irrégularités qu'occasionne, dans la direction des courants, le mouvement de rotation de la terre. Ces causes, il est vrai, empêchent les courants de se diriger exactement du nord au sud, ou du sud au nord; mais elles n'affectent en aucune manière la théorie d'une circulation constante.

(**) Voyez la note, p. 269, sur l'augmentation de la densité de l'eau de la mer, proportionnellement à son abaissement de température.

fications que nous avons supposées dans la distribution des terres et des mers, se communiquerait immédiatement aux tropiques, et de là, s'étendrait jusqu'au pôle antarctique, où l'atmosphère et l'océan se trouvant refroidis, il s'ensuivrait une augmentation dans la quantité de neige et de glace qui s'y accumulent naturellement. Bien que dans l'hémisphère sud la température moyenne des hautes latitudes soit, en général, ainsi que cela a déjà été établi, plus basse que celle des parallèles correspondants dans l'hémisphère nord, il n'en est pas de même à l'égard de la température moyenne des eaux, celle-ci restant la même aux latitudes correspondantes, sur une très-grande étendue de chaque côté de la ligne. Si donc, par suite de la nouvelle distribution des terres, les bancs de glaces devenaient très-nombreux dans la zone tempérée septentrionale, et si, en outre, ces mêmes bancs se trouvaient souvent entraînés jusqu'à l'équateur, un froid semblable à celui qui les aurait produits serait immédiatement communiqué au tropique du Capricorne, et de là aux terres ou aux mers australes.

La libre circulation de la chaleur et du froid, d'un pôle à l'autre, étant une fois admise, il est évident que la température moyenne qui règne en un lieu donné à deux époques distinctes peut, de l'une à l'autre de ces époques, différer beaucoup plus que

celle de deux points situés sous les mêmes parallèles de latitude, à une seule et même époque. En effet, les variations de la température, ou en d'autres termes, la courbe que dans une zone donnée et à une époque déterminée, forment les lignes isothermes, doit toujours être comprise dans des limites très-bornées, le climat de chacun des lieux que renferme cette zone se trouvant modifié par l'influence combinée des diverses conditions géographiques de toutes les autres parties de la terre. D'un autre côté, si l'on compare l'état de choses qui, à deux époques distinctes et assez éloignées, peut subsister dans une certaine zone, on verra cette zone soumise alternativement à des combinaisons de causes tout à fait contraires. Ainsi, par exemple, les terres situées au nord du Groënland ont pour effet de rendre, à latitudes égales, le climat de l'Amérique septentrionale plus froid que celui de l'Europe. Toutefois, l'excès de froid résultant du voisinage de ces terres n'est pas aussi considérable qu'il le serait si l'hémisphère occidental se trouvait isolé de l'hémisphère oriental aussi complètement que dans le cas où il formerait une planète à part. Car, non-seulement le Groënland refroidit jusqu'à un certain point l'atmosphère des parties septentrionales et occidentales de l'Europe, mais à son tour, le climat modéré de l'Europe réagit sur la partie nord de l'Amérique, et

tempère l'influence glaciale des terres polaires voisines.

Pour en revenir à l'état de la terre, après les changements que nous avons supposés, nous allons examiner les effets importants qui résulteraient d'un très-grand développement des neiges perpétuelles. Il est probable que presque toute la mer serait gelée, depuis les pôles jusqu'aux 45e parallèles; car on sait que le voisinage des terres n'est pas une circonstance indispensable pour la formation et l'augmentation des champs de glaces, lorsqu'en un point quelconque de la zone que l'on considère, il existe un nombre suffisant de glaciers, engendrés soit sur le continent, soit dans son voisinage, pour refroidir la mer. Dans son ouvrage sur les régions arctiques, le capitaine Scoresby fait remarquer que lorsque les rayons du soleil tombent sur des glaces ou sur des terres couvertes de neige, ils sont en grande partie réfléchis, et ne donnent lieu par conséquent à aucune élévation sensible de température; tandis que lorsqu'ils frappent sur la face extérieure d'un vaisseau, qui ordinairement est noircie, il arrive parfois que le goudron entre en fusion d'un côté, en même temps que de l'autre il y a production très-rapide de glace (*). »

(*) Voyez Scoresby's Arctic Regions, vol. I, p. 378.

Or, comme les champs de glaces sont presque toujours couverts de neige (*), il s'ensuit que non-seulement une portion de terres égale à l'ensemble des continents actuels, mais aussi d'immenses étendues de mer appartenant aux zones tempérées et glaciales, pourraient offrir une surface solide couverte de neige, qui réfléchirait les rayons du soleil pendant la plus grande partie de l'année. De plus, entre les tropiques, là où l'étendue de l'océan l'emporte sur celle de la terre-ferme, le ciel perdrait sa sérénité actuelle, par suite des masses de glaces flottantes qui, en donnant lieu à des condensations subites de vapeur, engendreraient des nuages et des brouillards dont l'effet inévitable serait de priver les rayons verticaux du soleil de la moitié de leur intensité. Dans cet état de choses, la masse entière de notre planète recevrait annuellement de cet astre moins de chaleur et de lumière; et d'un autre côté, l'écorce extérieure du globe abandonnerait, par voie de rayonnement, une partie de la chaleur qui s'y serait accumulée pendant qu'un autre ordre de choses régnait à sa surface. Cette chaleur se dissiperait dans l'espace qui sert de limite à notre atmosphère, et qui, suivant Fourier, est d'une température bien inférieure à celle de la glace fondante.

(*) Ibid., p. 320.

Après la révolution géographique que nous venons de supposer, il se pourrait que le climat des terres équinoxiales vînt à être semblable à celui de la zone tempérée actuelle, ou même bien plus froid encore. Ceux qui habiteraient de petites îles et des récifs de coraux tels qu'il en existe aujourd'hui dans la mer des Indes et dans la partie méridionale de l'Océan Pacifique, seraient étonnés de voir l'immense quantité de grands zoophytes auxquels leurs mers auraient servi jadis de demeure; ou bien si, par hasard, ils trouvaient quelques fragments de bois et quelques fruits de cocotier et de palmier incrustés de matière calcaire, ou silicifiés par les eaux de quelque ancienne source minérale, ils auraient peine à se rendre compte des révolutions qui, après avoir anéanti ces végétaux, auraient donné lieu à leur remplacement par le chêne, le châtaigner et le pin. Leur surprise ne serait pas moindre, quand ils viendraient à comparer les squelettes de leurs petits lézards, avec les débris fossiles des alligators et des crocodiles de plus de 20 pieds (6^{m}. env.) de long, qui, dans les temps anciens, vivaient sous la zone torride. Enfin, leur étonnement serait à son comble quand, découvrant un pin dans quelque champ de glaces amené sous leurs latitudes, de régions auxquelles on donne aujourd'hui le nom de régions tempérées, ils verraient dans cet arbre la preuve que des forêts existaient jadis sur des points

qui, de leur temps, n'offriraient que des déserts de neige.

Si le lecteur éprouvait quelque peine à admettre une aussi grande modification de température, comme conséquence probable des changements géographiques qui pourraient avoir lieu dans l'un des deux hémisphères, il n'aurait, pour en concevoir la possibilité, qu'à se rappeler l'importance des anomalies locales qu'exerce sur le climat, à l'époque actuelle, la distribution particulière des terres et des mers dans certaines régions. Comme exemple de ces anomalies, nous citerons entre autres le fait rapporté par le capitaine Cook, relativement à la Géorgie australe. Cet observateur a trouvé que la ligne des neiges perpétuelles s'abaissait dans cette île, située entre les 54e et 55e parallèles de lat. S., jusqu'au niveau de la mer. On n'y voyait ni arbres ni arbustes, et la seule végétation qui s'y développât durant l'été, consistait en un peu de mousse et de gazon qui, après la fonte partielle de la neige et de la glace, recouvraient, comme à regret, quelques roches. Or, si malgré toutes les causes précédemment énumérées comme étant de nature à équilibrer les températures des diverses régions du globe, un tel climat peut, de nos jours, exister au niveau de la mer, sous une latitude correspondante à celle du Yorkshire, quelle idée doit-on se faire des rigueurs d'un hiver auquel donne-

rait lieu le transport des montagnes de l'Inde au cercle arctique!

Maintenant, il nous reste à examiner quel serait le surcroît de refroidissement que détermineraient les diverses modifications qui, dans l'hémisphère sud, pourraient également se manifester dans la position relative des terres et des mers. Si les continents restants se trouvaient transportés des latitudes équatoriales et voisines de l'équateur aux régions polaires antarctiques, l'intensité du froid serait telle que le globe deviendrait peut-être inhabitable. Je dis peut-être, car nos connaissances, à l'égard des lois qui règlent la direction des forces souterraines, sont trop bornées pour nous permettre de décider si une pareille catastrophe est vraiment dans la sphère des choses possibles. Il serait difficile d'imaginer une distribution de terre et d'eau plus irrégulière, plus capricieuse, en quelque sorte, que celle qui, de nos jours, existe à la surface du globe; car on pourrait partager la terre en deux parties égales, de sorte que l'un des deux hémisphères fût presque entièrement couvert d'eau, tandis que l'autre renfermerait plus de terre que d'eau (Voyez la carte représentée *Pl.* 1.) (*); et ce

(*) On arrive à ce résultat en projetant une carte sur l'horizon de Londres, c'est-à-dire, en supposant l'œil de l'observateur placé au-dessus de cette ville, et planant de là sur une moitié du

CARTE montrant l'inégale distribution des CONTINENTS et des MERS, telle qu'elle existe maintenant à la surface du GLOBE.

Fig. 1.

Fig. 2.

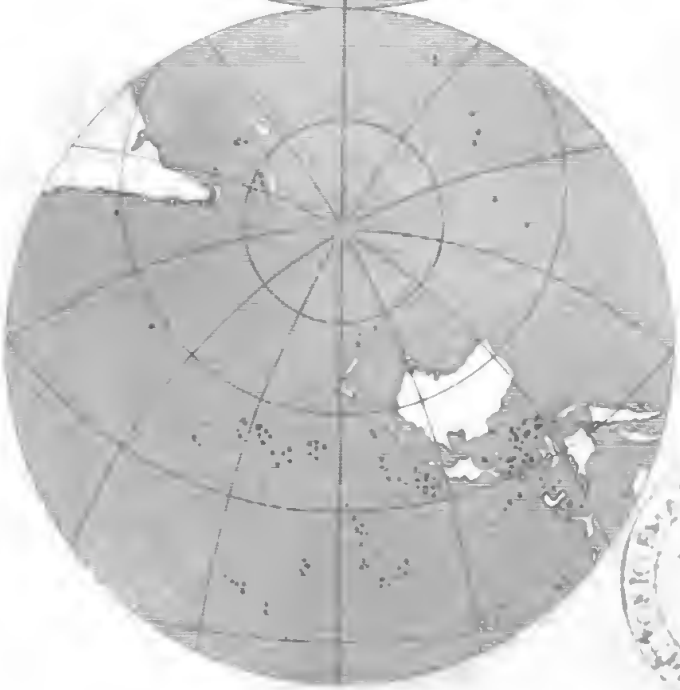


Fig. 1. *Londres est considéré dans cette figure comme le point central dont l'œil embrasse la plus grande quantité de terre qui couvre l'un des deux Hémisphères.*

Fig. 2. *Ici le centre est occupé par les antipodes de Londres, point d'où l'on découvre la plus grande quantité d'eau existant dans l'un des deux Hémisphères terrestres.*

Digitized by Google

Biblioteca Nazionale V. E. III
NAPOLI

Biblioteca Nazionale V. E. III
NAPOLI

Digitized by Google

CARTE

montrant la position que devraient occuper

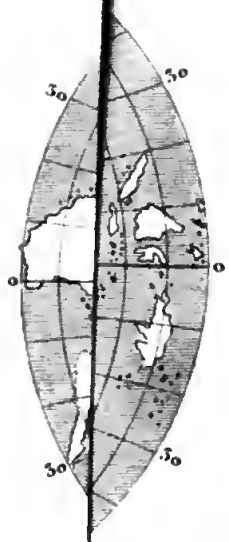
LES CONTINENTS ET LES MERS

pour produire le maximum

DE CHALEUR ET DE FROID,

que les climats du GLOBE

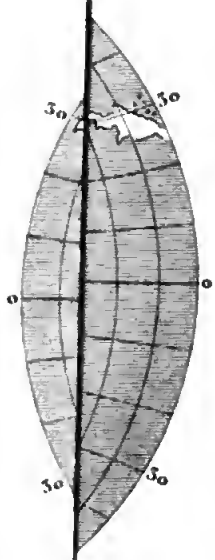
pourraient éprouver.



Observations.

Cette Carte a pour but de prouver que les Iles et les Continents pourraient, en conservant leur forme et leurs dimensions relatives actuelles, être disposés à la surface du Globe de manière à n'occuper que les régions équatoriales ou les régions polaires.

Dans le premier cas, ils seraient placés comme dans la figure N°. 1, où à peine quelques faibles portions de terre dépassent le 30e. parallèle de latitude, en allant de l'Equateur aux pôles. Dans le second, ils ne s'étendraient guère au delà de l'espace compris entre les pôles et le 40e. degré de latitude. Voyez la Fig. N°. 2.



Digitized by Google

qui est plus extraordinaire encore, c'est qu'en comparant les terres extra-tropicales de l'hémisphère nord et de l'hémisphère sud, on trouve que les premières sont, par rapport aux dernières, dans la proportion de treize à un (*)! Ainsi la supposition que nous avons cherché à rendre sensible dans la planche 2, où tous les continents sont réunis sous les parallèles élevés, et toutes les mers sous les latitudes basses, ne donnerait pas pour résultat une surface beaucoup plus anomale que celle que présente la distribution actuelle des terres et des mers.

Position relative des terres et des mers, propre à donner lieu au maximum de chaleur. — Détournons actuellement notre attention de l'hiver de la « grande

globe; car, de ce point, on aperçoit ce que de nul autre on ne pourrait voir, je veux dire la plus grande quantité de terre possible, eu égard à la répartition actuelle des mers et des continents. D'un autre côté, en se transportant au point opposé, ou aux antipodes de ce lieu, l'œil embrasse la plus grande quantité d'eau possible. (Voyez Pl. 1. Fig. 2) M. James Gardner a signalé, le premier, un fait singulier, savoir, que la 27e partie seulement de la partie terrestre du globe a de la terre à ses antipodes. Ce fait a une connexion intime avec ce que nous avons déjà remarqué de la prédominance de la terre-ferme dans l'un des deux hémisphères. Voyez Gardner, Geol. Soc. Proceedings. (Procès-verbaux de la Société Géologique) N° 32, p. 488.

(*) Humboldt, Des Lignes Isothermes.

année » pour considérer l'ensemble de circonstances opposées qui pourraient amener le printemps et l'été de cette même année. Si l'on suppose que toutes les terres soient réunies sous les latitudes équatoriales, et que quelques promontoires seulement s'avancent au-delà du 30e parallèle (disposition dont la carte représentée fig. 1, pl. 2, peut donner une idée), il faudra nécessairement admettre un résultat extrême de changements géologiques. Mais si, au lieu de supposer une modification aussi considérable dans la répartition des terres et des mers, on n'admet que quelques changements beaucoup moins importants, il n'en résultera qu'une élévation générale de température. On ne saurait nier qu'au milieu des révolutions dont la surface du globe a été le théâtre, la masse des continents n'ait pu, à certaines époques, tout à la fois diminuer dans le voisinage des pôles, et augmenter dans les régions intertropicales. Une autre circonstance qu'il importe aussi de ne pas perdre de vue, c'est qu'aujourd'hui même, pour trouver la limite des neiges perpétuelles, il faut s'élever de 15,000 pieds (4,600m env.) dans la partie des Andes située sous la ligne, et de 17,000 (5,000m env.) dans l'Himalaya, chaîne placée en dehors du tropique. La chaleur que renvoie sur le versant septentrional de cette chaîne le vaste continent qui lui fait face, en tempère tellement le froid, qu'on y trouve des

prairies et des terres cultivées jusqu'à une hauteur égale à celle du Mont-Blanc (*). Ne voit-on pas, d'après cela, que si, d'une part, il n'y avait point de terres arctiques dont l'effet consiste à refroidir l'atmosphère et à déterminer la congélation de la mer, et que si, d'un autre côté, les plus hautes montagnes se trouvaient réunies dans le voisinage de la ligne, non-seulement celles-ci pourraient être couvertes d'une riche végétation jusqu'à leur sommet, mais qu'en outre presque toute trace de congélation disparaîtrait de la surface du globe ?

A l'époque où dans aucune région du monde l'absorption des rayons solaires ne se trouvait, même en hiver, arrêtée par la neige, la chaleur moyenne de la croûte terrestre devait nécessairement aller en augmentant jusqu'à de très-grandes profondeurs, et les sources qui, comme l'on sait, indiquent, en général, la température moyenne du climat, devaient être beaucoup plus chaudes sous toutes les latitudes. Par suite, les eaux des lacs et des rivières devaient aussi être beaucoup plus chaudes en hiver; et se trouver, l'été, à l'abri de tout refroidissement occasionné par la fonte des neiges et des glaces. Le climat le plus uniforme régnait sans doute dans les archipels des mers tempérées et po-

(*) Humboldt, Tableaux de la Nature, vol. 1, p. 112.

laires où les eaux tièdes des courants équatoriaux coulaient librement. La quantité d'humidité que renfermait alors l'atmosphère devait surpasser de beaucoup celle qui s'y trouve contenue aujourd'hui ; et cela, par cette seule raison, qu'un excès de chaleur devait donner lieu à une évaporation plus considérable sur toute l'étendue du globe. Les vents, d'abord échauffés par leur passage au-dessus des plaines tropicales, acquéraient ensuite, en traversant l'Océan, une forte proportion d'humidité, qui finissait par se résoudre en une pluie chaude, lorsque arrivant tout chargés de vapeurs, aux limites les plus reculées des régions septentrionales et méridionales, ces vents venaient à rencontrer une atmosphère plus froide. Si pendant la longue nuit d'un hiver polaire, le sommet de quelques îles arctiques se trouvait blanchi par les neiges, celles-ci disparaissaient rapidement au retour du soleil, comme les neiges de l'Etna au souffle du Sirocco.

Les savants qui se sont livrés à l'étude de la distribution géographique des plantes assurent que, sous les latitudes très-basses, la végétation actuelle des petites îles situées à une certaine distance des continents offre un caractère tout particulier : les fougères, et autres familles voisines, y dominent, relativement à la totalité des autres plantes, d'une manière notable. On a remarqué aussi que toutes les autres

circonstances étant les mêmes, plus les îles sont éloignées des continents, et plus cette proportion devient considérable. Ainsi, par exemple, dans l'Inde et dans les parties tropicales de la Nouvelle-Hollande, la proportion des fougères, par rapport aux plantes phanérogames, n'est que de un à vingt-six; tandis que dans les îles de la mer du Sud, elle est de un à quatre, ou même de un à trois (*).

On doit naturellement conclure de ce qui précède, que pendant l'été de la « grande année » que nous considérons maintenant, il y aurait dans les îles situées loin des continents une abondance extrême de fougères en arbre, ainsi que de végétaux d'espèces voisines des palmiers et des plantes arborescentes, tandis que les plantes dicotylédones et diverses autres, qui, actuellement, sont très-communes dans les régions tempérées, disparaîtraient presque entièrement de la surface du globe. D'un autre côté, il n'y aurait rien d'impossible à ce que certains genres d'animaux, dont les débris se retrouvent dans les couches anciennes de nos continents, reparussent sur la surface de la terre. Il se pourrait, par exemple, que l'Iguanodon, aux formes gigantesques, se montrât de nouveau dans les bois, et l'Ichtyosaure dans

(*) Ad. Brongniart, Consid. générales sur la Nat. de la Végétation, etc. Ann. des Sciences nat., Nov. 1828.

les mers, en même temps que le Ptérodactyle recommencerait à voler dans les épais massifs de fougères arborescentes. Il se pourrait aussi qu'au delà du cercle arctique, où, de nos jours, vivent la baleine et le narval, il se reproduisît des récifs de coraux, et que les régions aujourd'hui habitées par le morse et le veau marin, redevinssent le séjour d'innombrables familles de tortues.

Mais ici se borneront ces suppositions, et nous terminerons en faisant observer que, quelque grands que puissent être, pour chaque zone, les changements de température qu'amène le cours des siècles, ces changements n'en restent pas moins d'accord avec la théorie qui n'admet pour le climat général aucune altération sensible dans l'espace de plusieurs milliers d'années, cette période étant insuffisante pour modifier d'une manière appréciable la géographie physique du globe. Malgré l'irrégularité apparente des saisons, on trouve, en définitive, quand on compare des observations suivies pendant un grand nombre d'années, que la température moyenne des diverses localités, prises en particulier, est sensiblement constante.

Il doit y avoir, toutefois, des exceptions à cette règle. Les travaux des hommes, tels entre autres que le dessèchement des lacs et des marais, et la coupe des grandes forêts, ont souvent occasionné des chan-

gements assez considérables dans l'état de l'atmosphère, pour nous donner une idée de l'influence bien plus importante des forces auxquelles, sous certaines latitudes, peut être attribuée la présence de la terre ou de l'eau, des collines ou des vallées, des lacs ou des mers. Si la science possédait des données exactes sur la valeur numérique des variations *locales* que peut éprouver le climat dans l'espace de vingt siècles, nous serions sans doute à même de juger combien de telles variations sont souvent considérables. Nous verrions, par exemple, que certaines portions des côtes de Hollande et d'Angleterre, qui, au temps des Romains, étaient cultivées, se trouvent aujourd'hui envahies par la mer; et l'on en déduirait naturellement que ces lieux ont dû subir quelque modification climatérique; car on sait que ni le mode de distribution de la chaleur, pendant les diverses saisons de l'année, ni la température moyenne annuelle de l'atmosphère, ne peuvent être les mêmes pour la terre ferme et pour la mer.

Quant aux contrées qui sont sujettes à des tremblements de terre et à des éruptions volcaniques, une période beaucoup plus courte suffit pour donner lieu à une variation de climat assez sensible. C'est ainsi qu'au Mexique, le climat de la plaine de Malpaïs, jadis si fertile, doit différer extrêmement de celui qui y régnait pendant la première moitié du siècle dernier;

plusieurs éruptions volcaniques ayant, depuis ce temps-là, donné naissance à six montagnes, dont la plus haute s'élève à 1600 pieds (500m env.) au-dessus du niveau général du plateau. Or, c'est par la répétition d'un très-grand nombre de révolutions locales de ce genre, et par une longue suite de mouvements très-lents, s'effectuant simultanément sur de vastes étendues, qu'un changement général de climat peut, ainsi qu'on le verra plus tard, avoir lieu définitivement.

CHAPITRE VIII.

Examen de la question qui a pour but de rechercher si, lors du dépôt des strates fossilifères les plus anciennes, la configuration géographique de l'hémisphère boréal était de nature à donner lieu à un climat excessivement chaud. — État de la surface à l'époque où le calcaire de montagne et le terrain houiller furent déposés. — Des changements qui se sont manifestés dans la géographie physique, entre la période Carbonifère et celle de la Craie. — De la transition brusque qu'on observe entre les fossiles des époques secondaire et tertiaire. — De l'augmentation de la terre-ferme, et de l'élévation de certaines chaînes de montagnes après la solidification des roches secondaires. — Explication de la carte indiquant l'étendue de la surface qui, en Europe, a été recouverte par la mer depuis le commencement de la période tertiaire. — Théories astronomiques relatives aux causes déterminantes des variations qui ont lieu dans le climat. — Théorie de la diminution de la chaleur primitive attribuée au globe terrestre.

Ainsi qu'on l'a vu dans un des chapitres précédents (le sixième), les arguments qui se déduisent de la présence des débris organiques m'ont servi à conclure que lors du dépôt des strates carbonifères et d'autres couches plus anciennes encore, la température moyenne annuelle de l'hémisphère nord était beaucoup plus élevée qu'elle ne l'est à présent; que depuis

les époques où ces couches se sont formées, le climat a subi diverses modifications; et enfin, que par suite de ces modifications successives, il s'est de plus en plus rapproché de celui qui domine aujourd'hui sous les mêmes latitudes. Plus loin, j'ai cherché à prouver (*Voyez* le chapitre VII) que si l'on admet que des causes analogues à celles qui agissent à l'époque actuelle, puissent, par la suite des siècles, donner lieu à des changements considérables dans la position relative des terres et des mers, il faudra, dès lors, admettre aussi que des vicissitudes de climat non moins importantes que celles dont nous venons de parler, pourront également se produire dans les temps à venir. Maintenant, il me reste à examiner si les changements qu'aujourd'hui l'on reconnaît *avoir eu lieu anciennement* dans la configuration géographique de l'hémisphère boréal, coïncident, quant à leur nature et à l'époque à laquelle ils se sont manifestés, avec des révolutions climatériques analogues à celles qui, suivant les principes météorologiques que nous avons déjà exposés, auraient dû naturellement se produire.

Époque des roches fossilifères primaires. — De tous les systèmes de couches dont les débris organiques fournissent un témoignage décisif à l'égard du climat, ou de l'ancienne distribution des terres et des mers, le plus ancien est celui qui comprend les for-

mations connues généralement sous le nom de *terrain de transition*, mais que j'ai appelées formations fossilifères primaires (*). Ces formations se rencontrent en France, en Angleterre, en Allemagne, en Suède, en Russie, et en plusieurs autres parties de l'Europe centrale et septentrionale, ainsi que dans le vaste district lacustre du Canada et des États-Unis. Le grand nombre de coraux et d'univalves multiloculaires ou cloisonnées, que l'on a trouvés dans les calcaires de ces groupes anciens, rappellent, par leurs volumineuses dimensions, les formes qui de nos jours n'acquièrent un très-grand développement que dans les mers tropicales. Quant aux testacés et aux zoophytes que renferment ces strates, on pense que plusieurs espèces sont communes à des latitudes très-éloignées entre elles, et situées, des deux côtés opposés de l'équateur; en Europe, par exemple, et aux îles Falkland, ou dans l'Amérique septentrionale et au cap de Bonne-Espérance. Si, à l'aide de nouvelles recherches, on pouvait parvenir à déterminer d'une manière certaine l'identité spécifique de ces fossiles, la vaste étendue géographique dans laquelle on les trouve, semblerait

(*) Voyez les *Élements of geology*, ch. XXII, par l'auteur du présent ouvrage (1)

(1) Voir page 530 de la traduction que j'ai donnée des *Élements de Géologie*, Paris. 1839, in-12

indiquer qu'au temps où ils vivaient, le climat général du globe était sensiblement plus uniforme qu'il ne l'est aujourd'hui. Jusqu'ici, le nombre des débris de végétaux qu'on a découverts ou cru découvrir dans ces formations est très-peu considérable ; toutefois, ceux que l'on a cités comme y ayant été trouvés, passent pour avoir plus de rapports avec les plantes de l'époque carbonifère qu'avec celles d'aucune autre période, ce qui doit naturellement faire supposer que l'atmosphère au milieu de laquelle ils vivaient, était tout à la fois tropicale et humide.

Cette absence, ou du moins cette grande rareté de plantes, ainsi que de coquilles d'eau douce, et de tous autres signes propres à indiquer le voisinage de la terre-ferme, concourt, avec le grand développement qu'offrent, en Europe et dans l'Amérique septentrionale, les formations marines de l'époque dont il s'agit, à attester que lors de cette période, l'hémisphère boréal du globe terrestre présentait toutes les conditions physiques, que, suivant les principes déjà exposés, il devait réunir pour jouir d'un climat en même temps uniforme et très-chaud. (*Voyez* p. 306 et Planche 2, Fig. 1.)

Groupe carbonifère. — Ce groupe suit immédiatement celui des roches fossilifères primaires. Un de ses membres principaux, le calcaire de montagne, est

d'une origine marine, indiquée d'une manière incontestable par les coquilles et les coraux qu'il renferme. La continuité de ce calcaire sur de très-grands espaces, fait voir aussi que l'Océan d'alors avait, sous nos latitudes, une étendue considérable; car ce groupe paraît avoir été trouvé non-seulement en diverses parties de l'Europe, mais dans l'Amérique du Nord, vers les bords de la mer Arctique (*).

Bien que l'on attribue à la houille elle-même une origine végétale, on ne peut supposer, à en juger par l'état des plantes que renferment les argiles schisteuses associées à cette formation, et par la conservation vraiment extraordinaire des feuilles de ces

(*) On a déduit des observations faites par le docteur Richardson pendant l'expédition du capitaine Franklin à la côte Nord-Ouest de l'Amérique, et des échantillons offerts par cet observateur à la Société Géologique de Londres, qu'entre les 60e et 70e parallèles de latitude nord, il existe une formation calcaire très-considérable, s'étendant vers l'embouchure de la rivière Mackensie, et renfermant des corallines, des productus, des térébratules et divers autres fossiles, qui, sous le rapport des caractères génériques, offrent la plus grande analogie avec ceux du calcaire de montagne, dont le groupe en question a été considéré comme étant le représentant. On trouve aussi dans la même région une série de strates plus récentes, renfermant des argiles schisteuses avec impressions de fougères, de lépidodendrons, et de divers autres végétaux. Il s'y rencontre également des ammonites — *Proceedings of Geol. Soc.*, n° 7, p. 68, *Mars* 1828.

plantes, qu'elles aient été amenées, fût-ce même à l'aide du flottage, de très-grandes distances. D'un autre côté, comme il est évident que les espèces sont terrestres, on doit nécessairement en conclure l'ancienne existence d'un continent peu éloigné, — opinion qui se trouve confirmée par la présence des coquilles et des entomostracés que l'on rencontre dans les terrains houillers supérieurs du Shropshire (*), dont les débris organiques indiquent un dépôt lacustre. A Burdiehouse, près d'Édimbourg, on observe un calcaire qui, par l'analogie de ses fossiles avec ceux des couches du Shropshire, indique également que, lors de la période ancienne dont nous nous occupons, un lac, ou plutôt un estuaire existait en ce lieu (**).

M. Hutton a reconnu que dans une partie du terrain houiller du Northumberlandshire et du Durhamshire se trouve une argile schisteuse qui recouvre un lit de charbon, et renferme, indépendamment des plantes de la période carbonifère, un très-grand nombre de coquilles fossiles d'une certaine espèce d'Unio. La houille a été extraite de dessous la couche coquillière

(*) Murchison's Silurian System (Système Silurien de Murchison), p. 84.

(**) Hibberl; Trans. R. S. Edin. (Transactions de la Société royale d'Édimbourg), vol. XIII; et L. Horner, Edin. New phil. Journ., Avril 1836.

qui, ainsi que cela a été déjà constaté, s'étend sur un espace de 5,000 pieds carrés (465 m. c.). Cette couche a 18 pouces environ (5 déc. à peu près) d'épaisseur, et l'on reconnaît à la différence de grandeur des coquilles qu'elle renferme, que les animaux de ces coquilles durent mourir à des âges différents. Une telle accumulation de bivalves, de l'espèce et de la forme des unios, semble indiquer évidemment le séjour prolongé, dans le lieu où on les trouve, d'une masse d'eau douce analogue à celle de l'estuaire d'un fleuve (*).

Il est aussi plusieurs régions de l'Écosse, où, comme dans les parties centrale et septentrionale de l'Angleterre, le calcaire de montagne marin alterne avec des couches de houille, de manière à donner lieu de supposer que l'eau douce et l'eau salée ont dû réellement séjourner alternativement sur le même point, et qu'un grand nombre de plantes ont été transportées par des rivières dans la mer.

Bien que les continents de la période carbonifère semblent avoir partiellement consisté en roches granitiques, dont, suivant toute probabilité, les débris ont produit des grès grossiers tels que ceux qu'on désigne sous le nom de pierres à meules, les roches volcaniques ne laissèrent pas aussi d'avoir à cette époque un certain nombre de représentants, ainsi

(*) Fossil Flora, part. 10

qu'on en voit des exemples dans le Fifeshire et en plusieurs autres parties de l'Écosse, où les matières dont se composent ces roches furent émises soit sur le fond de la mer, soit de manière à former du tuf, pendant l'accumulation des strates carbonifères.

Plusieurs géologues, tels que MM. Sternberg, Boué et Adolphe Brongniart, ont regardé l'arrangement des grès et des argiles schisteuses dans ce groupe comme étant favorable à l'hypothèse suivant laquelle les couches auraient été produites par la dégradation de petites îles placées en lignes, et formant les points les plus élevés de certaines chaînes de montagnes sous-marines. On conçoit, en effet, que la désagrégation des terrains qui formaient ces groupes d'îles devait produire autour d'elles, et dans leurs intervalles, des dépôts détachés qui, lorsque plus tard ils venaient à être élevés au-dessus du niveau des eaux, offraient l'aspect de couches formées dans une chaîne de lacs. Les points culminants qui servaient de limites à ces apparences de bassins, se trouvaient composés des roches qui, jadis, avaient constitué les îles, et ils pouvaient encore continuer, après leur élévation, à conserver leur hauteur relative, et à entourer les nouveaux dépôts de plusieurs côtés (*).

(*) Voyez les explications qu'a proposées à ce sujet M. Ad. Brongniart, dans son Mémoire intitulé : Consid. générales sur la Nat. de la Végét., etc., Annales des Sc. Nat., Nov. 1828.

Cette donnée se trouve aussi confirmée par plusieurs botanistes qui, après avoir étudié avec soin la végétation de la période carbonifère, ont reconnu qu'elle offre le caractère d'une flore insulaire, semblable à celle que pourraient produire, sous un climat tropical et humide, des îles éloignées de tout continent.

On ne connaît point encore d'exemples bien authentiques de débris de sauriens trouvés dans aucune couche de la série carbonifère (*); mais, comme à l'époque actuelle, les grands reptiles ovipares habitent ordinairement les rivières situées sous des latitudes très-chaudes, il s'ensuit que si dans le groupe en question, on rencontrait à l'état fossile autant de crocodiles et d'autres animaux de la même classe qu'il s'en trouve dans quelques formations secondaires plus récentes, on devrait en conclure l'existence ancienne de rivières arrosant de vastes continents. On n'a point rencontré non plus de débris de mammifères terrestres dans la série carbonifère, — circonstance qui est considérée par quelques géologues

(*) Les dents supposées de saurien que le docteur Hibbert a trouvées dans le grès carbonifère de Burdiehouse, près d'Édimbourg, ont, depuis, été rapportées, avec toute la certitude possible, à un poisson sauroïde, par le docteur Agassiz. Quant aux autres débris découverts à Ardwick, près de Manchester, et attribués également à un saurien, il est extrêmement probable qu'ils appartiennent aussi à un poisson.

comme la preuve de la non-existence, dans les premiers âges du globe, des animaux appartenant aux ordres les plus élevés de la création. Il se pourrait, cependant, que ce fait fût lié à l'état géographique de l'hémisphère nord, lors de l'époque dont il s'agit; car on a observé qu'un des caractères généraux des petites îles éloignées des continents est le manque absolu de quadrupèdes terrestres, à l'exception de ceux qui semblent y avoir été introduits par l'homme. Quoique d'une étendue assez considérable, la terre de Kerguelen, située par 49° 20′ de latitude S., — parallèle correspondant à celui des îles Scilly, — offre un très-bon exemple à l'appui de cette remarque. Il en est de même de tous les groupes d'îles si fertiles qui peuplent l'Océan Pacifique, entre les tropiques; on n'y a rencontré aucun quadrupède, si ce n'est le chien, le cochon et le rat, qui, très-probablement, y ont été apportés par les naturels. Quant aux chauves-souris que l'on y a trouvées, il est à croire qu'elles y sont parvenues en longeant la chaîne d'îles qui s'étend à partir des côtes de la Nouvelle-Guinée, jusques et fort avant dans l'Océan Pacifique méridional (*). Mais ce qui est plus remarquable encore, c'est que la Nouvelle-Zélande, qui, sous le rapport de l'étendue, peut être comparée

(*) Prichard's Phys. Hist. of Mankind (Histoire physique de la race humaine, par Prichard), vol. I, p. 75.

à l'Irlande et à l'Ecosse réunies; qui embrasse un espace de plus de 700 milles (250 l. environ) dans le sens de la latitude, et offre, en quelques endroits, un développement de 90 milles (33 l. env.) en largeur; et qui, enfin, présente des régions variées, un très-beau climat, et un sol situé à toutes hauteurs jusqu'à 14,000 pieds (plus de 4000^{m}), ne possède, en fait de quadrupèdes indigènes, qu'un rat de petite espèce (*). Cette circonstance est d'autant plus extraordinaire que l'extrémité septentrionale de la Nouvelle-Zélande s'étend jusqu'au 34e parallèle, latitude sous laquelle la chaleur du climat doit beaucoup favoriser le développement de la vie organique.

En résumé, les divers caractères que présentent les strates carbonifères peuvent être énumérés ainsi : — continuité du calcaire de montagne marin sur de vastes espaces; — roches fragmentaires dont l'origine semble devoir être attribuée à la dégradation d'îles préexistantes; — aspect sous-marin des produits volcaniques; — caractère insulaire de la flore dont ces strates renferment les débris; — absence de grands reptiles fluviatiles, et de quadrupèdes terrestres; — en un mot, ensemble de circonstances qui concourent à fournir la preuve que l'hémisphère boréal a jadis été occupé par un grand océan, parsemé, comme

(*) Darwin's Journal, p. 511.

la partie méridionale de la mer Pacifique, de petites îles, ou de continents de moyenne grandeur, et de volcans insulaires ou sous-marins. Or, il a été déjà prouvé qu'une telle combinaison de circonstances géographiques devait donner lieu, sur tout le globe, à une grande chaleur et à une grande uniformité de climat, à moins que d'autres causes agissant en sens contraire dans l'hémisphère austral, ne vinssent à en neutraliser les effets.

Des changements qui se sont produits dans la géographie physique, entre l'époque de l'accumulation des strates carbonifères et celle de la formation de la Craie. — Parmi les diverses strates dont se compose, en Angleterre, le groupe carbonifère, plusieurs ont été fracturées, contournées, et sont même souvent devenues verticales, avant le dépôt de certaines couches secondaires moins anciennes, telles que le nouveau grès rouge, par exemple.

Outre que l'on trouve quelquefois des fragments de roches anciennes dans des conglomérats formés de roches plus modernes, parfois aussi il arrive que ces fragments conservent les coraux et les coquilles fossiles qui leur sont propres, de sorte que l'on peut déterminer par là les roches d'où ils proviennent. Mais cette preuve n'est pas la seule qui atteste le dérangement qu'à diverses époques successives ont

subi certaines couches secondaires, avant que d'autres couches se soient déposées sur elles. Plusieurs faits indiquent que pendant les convulsions répétées qui ont donné lieu à ces bouleversements, la configuration géographique de l'hémisphère nord a éprouvé de fréquentes modifications, et que, de temps en temps, de nouveaux continents ont surgi du sein de l'Océan. A certaines époques de la période secondaire, depuis le Lias jusqu'à la Craie inclusivement, la végétation semble avoir approché de celle des grandes îles de la zone équatoriale, telle, par exemple, que celle qui aujourd'hui est en pleine vigueur aux Antilles (*). Tout porte à croire que ces îles étaient arrosées par de très-grandes rivières dans lesquelles vivaient des crocodiles et des reptiles ovipares gigantesques, tout à la fois herbivores et carnivores, et appartenant pour la plupart à des genres éteints. Quant aux habitants contemporains des parties solides de ces îles, bien que l'on n'ait encore que des données très-incomplètes à leur égard, on sait pourtant que dans le nombre se trouvaient des reptiles volants, des insectes, et de petits mammifères voisins des marsupiaux.

A la partie supérieure des séries secondaires du

(*) Ad. Brongniart, Consid. génér. sur la Nat. de la Végét., etc., Ann. des Sc. Nat., Nov. 1828

Sud de l'Angleterre, on rencontre un dépôt d'eau douce, qui, désigné sous le nom de formation Wealdienne, atteste par son étendue et par la nature de ses fossiles, l'existence ancienne, dans la région qu'il occupe, d'un très-grand fleuve arrosant un continent ou une île considérable. Cette terre renfermait de nombreuses forêts; elle était peuplée d'oiseaux et de reptiles terrestres énormes, et s'avançait autant vers le Nord que les comtés de Surrey et de Sussex. Une telle position, à une époque où l'on suppose que la température moyenne du climat était beaucoup plus chaude qu'à présent, peut, au premier abord, paraître incompatible avec la théorie qui tend à établir que la chaleur était due à la réunion de toutes les grandes masses de terre dans les basses latitudes, et à l'agglomération des mers dans les régions septentrionales. Mais il ne faut pas croire que les conditions géographiques que nous avons indiquées page 306 et Fig. 1 de la Pl. 2, comme étant de nature à produire le maximum de chaleur, se soient trouvées rigoureusement combinées à toutes les époques géologiques sur lesquelles nous avons pu jusqu'ici recueillir quelques données. Il est bien plus probable, d'après ce qui a été établi dans les chapitres précédents, qu'il a dû suffire d'une certaine tendance vers un pareil état de choses. En d'autres termes, si la majeure partie des continents était comprise entre les tro-

piques, sans qu'il y eût à peine aucune terre dans les régions polaires, il en résulterait une augmentation prodigieuse de chaleur, lors même que quelques parties continentales pénétreraient assez avant dans les zones tempérées.

Des changements qui ont eu lieu pendant les époques tertiaires. — Considérées séparément, les formations secondaires et tertiaires de l'Europe offrent des caractères très-différents. Les strates secondaires paraissent avoir été déposées dans des mers libres, tandis que les couches tertiaires semblent s'être formées dans des régions bordées de baies, et couvertes de continents, de lacs, et même, peut-être, de mers intérieures. La série secondaire est presque entièrement marine; mais le groupe tertiaire renferme, jusque dans sa partie la plus ancienne, des couches lacustres; il offre aussi des alternances assez fréquentes de strates marines et d'eau douce — circonstance qui indique des changements géographiques importants entre la formation du système Crétacé, ou partie supérieure des terrains secondaires, et celle des couches tertiaires les plus anciennes. Ce changement dans la géographie physique de l'Europe fut accompagné d'une altération non moins remarquable dans la vie organique; car, à peine retrouve-t-on quelques *espèces* communes aux terrains secondaires et

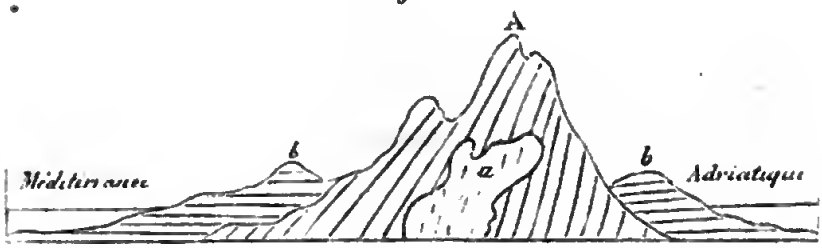
tertiaires. Il est à remarquer aussi que les fossiles de ce dernier terrain accusent évidemment un climat différent.

D'un autre côté, si l'on compare entre elles les diverses formations tertiaires, on voit que les fossiles qu'elles renferment se rapprochent d'autant plus des espèces actuelles, que les couches deviennent plus modernes. Ainsi, par exemple, dans les plus anciennes ce sont les espèces éteintes qui dominent, tandis qu'au contraire, dans les plus récentes ce sont, pour la plupart, des espèces analogues à celles qui vivent de nos jours. En d'autres termes, le nombre d'animaux et de plantes qui ont pu vivre dans nos climats va toujours croissant, à mesure que les formations dans lesquelles on les trouve sont plus modernes. Or, l'Europe offre des traces de l'augmentation considérable de terre-ferme qui eut lieu sous ses latitudes, pendant les diverses époques tertiaires. En jetant un coup d'œil sur la carte (Planche 3), et sur la description qui l'accompagne, p. 336, le lecteur verra que près des deux tiers des terres européennes actuelles ont été mis à sec depuis l'origine du groupe tertiaire le plus ancien. Ce n'est pas, du reste, la seule révolution que l'Europe ait subie pendant l'époque que nous étudions; car certaines parties déjà solides ont augmenté d'élévation, tandis que d'autres se sont abaissées au-dessous de leur ancien niveau.

Les preuves les plus frappantes attestent que nos continents n'ont pas tous été soulevés dans leur position actuelle. Plusieurs géologues italiens avaient, même avant Brocchi, très-judicieusement pensé que la hauteur des Apennins dépassait déjà de plusieurs milliers de pieds le niveau de la Méditerranée, lorsqu'eut lieu l'accumulation des couches Subapennines modernes qui reposent, de chaque côté, sur les flancs de ces montagnes. Ce qui forme aujourd'hui la chaîne calcaire centrale des Apennins a dû être pendant longtemps une presqu'île étroite et élevée, se détachant, vers son extrémité septentrionale, des Alpes, près de Savone. Depuis, cette presqu'île a été élevée de la hauteur de mille pieds (plus de 300m) qu'elle avait d'abord, à celle de 2,000 (plus de 600m), par l'effet d'un mouvement qui occasionna la mise à sec des anciens rivages de la mer voisine, et même d'une partie du lit de cette mer, tant du côté de la Méditerranée que de celui de l'Adriatique.

Le dessin ci-joint, qui représente une coupe trans-

Fig. 7.



versale de l'Italie, aidera à faire comprendre la nature

de ces changements. Les couches inclinées A indiquent les formations Apennines dérangées de leur gisement primitif, et dans lesquelles les anciennes roches ignées *a* sont supposées avoir pénétré. Plus bas, sont appuyés sur chacun des flancs de la chaîne, les lits coquilliers plus récents *bb*, qui souvent contiennent des cailloux arrondis provenant de la dégradation des parties voisines du vieux calcaire Apennin. Ces lits, comme on le voit, sont horizontaux, et reposent, en stratification discordante, sur les couches les plus anciennes. Aujourd'hui, ils constituent une suite de collines peu élevées entre la mer et les Apennins, mais n'atteignent jamais le niveau des vallées les plus hautes et les plus anciennes de cette chaîne.

Les mêmes phénomènes se reproduisent dans les Alpes, sur une échelle beaucoup plus grande, ce qui tient à ce que ces montagnes sont composées, même dans quelques-unes de leurs régions les plus élevées, de formations secondaires récentes; et à ce qu'elles sont entourées d'une vaste zone de couches tertiaires de différents âges, tant sur leur flanc méridional, vers les plaines du Pô, que du côté de la Suisse et de l'Autriche, et à leur extrémité orientale, vers la Styrie et la Hongrie (*). Cette zone tertiaire indique la position

(*) Voyez le Mémoire, accompagné d'une carte, qu'ont publié

de certaines mers anciennes ou de certains golfes anciens, comme l'Adriatique, qui avaient plusieurs milliers de pieds de profondeur, et dans lesquels s'accumulaient des masses de strates dont quelques groupes isolés semblent être d'une épaisseur à peine inférieure à celle de l'ensemble des séries secondaires de l'Angleterre. Ces strates marines tertiaires qui ont été soulevées à la hauteur de 2,000 à 4,000 pieds (600 à 1,200 m. env.), consistent en formations d'âges divers, caractérisées par des fossiles propres à chacune d'elles. Les groupes tertiaires anciens sont ceux qui atteignent, en général, les plus grandes hauteurs, et qui forment les zones intérieures les plus rapprochées des crêtes centrales des Alpes. Quoiqu'on n'ait pas encore déterminé le nombre des diverses époques où les Alpes acquirent et plus d'élévation et plus de largeur, on peut du moins affirmer que la dernière série de mouvements qui occasionna en elles ce double accroissement, n'eut lieu que lorsque les mers comptèrent parmi leurs habitants un grand nombre d'animaux des espèces actuelles.

Si nous supposons que, plus tard, quelque autre série de convulsions souterraines viendra augmenter

sur les Alpes le professeur Sedgwick et M. Murchison, Trans. of Geol. Soc. (Transactions de la Société Géologique), seconde série, vol. III.

encore l'élévation de cette chaîne prodigieuse, et déterminer dans la partie voisine du lit de la mer un nouveau soulèvement, les montagnes de l'Europe pourront alors rivaliser de hauteur avec les Andes; et, dans ce cas, les deltas du Pô, de l'Adige, et de la Brenta, qui, aujourd'hui, vont en s'agrandissant aux dépens de l'Adriatique, seront peut-être assez élevés pour former une autre ceinture extérieure d'une hauteur considérable. autour du flanc sud-est des Alpes.

Les Pyrénées aussi n'ont atteint toute leur hauteur actuelle, qui, dans le Mont-Perdu, excède 11,000 pieds (3,350 m. environ), que depuis le dépôt des terrains crétacés, ou des groupes les plus récents de la période secondaire. La hauteur de l'axe granitique de cette chaîne ne dépasse pas celle d'une certaine crête de calcaire marin, qui, à en juger par les débris organiques qu'il renferme, doit être considéré comme le représentant de la Craie et du Grès Vert (*). L'élévation de quelques centaines de pieds seulement, au-dessus du niveau de la mer, qu'offrent les couches tertiaires situées à la base de la chaîne, et la position horizontale qu'elles conservent, sans participer, du moins en général, aux dérangements qu'a subis la sé-

(*) Cette observation qui, pour la première fois, a été faite par M. Boué, a, depuis, été confirmée par M. Dufrénoy.

rie plus ancienne, prouvent que le soulèvement de la grande barrière qui sépare la France de l'Espagne a eu lieu, presque en totalité, dans l'intervalle compris entre le dépôt de la Craie, et celui de certaines couches tertiaires. Le Jura, aussi, doit une grande partie de son élévation actuelle à des mouvements souterrains qui se sont manifestés après l'accumulation de certains groupes tertiaires (*).

La lacune remarquable qu'on a cru reconnaître entre les couches secondaires les plus modernes et les formations tertiaires les plus anciennes, peut, jusqu'à un certain point, n'exister qu'en apparence, et être due à l'insuffisance de nos données actuelles; car il est fort possible que, par suite de nouvelles observations, on découvre plus tard les indices des degrés intermédiaires à l'aide desquels s'est effectué le passage entre l'époque secondaire et l'époque tertiaire. Il se pourrait, toutefois, que l'intervalle compris entre la Craie et les formations tertiaires eût constitué une époque particulière de l'histoire du globe, — époque pendant laquelle la transition d'une classe d'êtres organisés à une autre classe se serait, comparativement parlant, rapidement opérée; car, si les doctrines précédemment exposées, à l'égard des changements que

(*) M. Élie de Beaumont, Ann. des Sciences Nat., Déc. 1829, p. 346.

la température peut avoir éprouvés, sont exactes, il s'ensuivra que des altérations de même importance dans la configuration géographique du globe pourront, à des époques différentes, produire des effets très-inégaux sur le climat; et qu'en ce qui regarde l'influence du climat sur l'existence de certains animaux et de certaines plantes, la durée des espèces pourra être abrégée ou prolongée selon l'étendue des changements de température qui s'accompliront. Lors même qu'on supposerait l'intensité des forces perturbatrices souterraines, uniforme et capable de produire, à la surface du globe, des altérations à peu près égales, en étendue, dans des temps égaux, on n'arriverait point encore à un résultat uniforme pour ce qui tient à la marche des changements relatifs au climat. Imaginons que la quantité de terre qui se trouve entre l'équateur et l'un des tropiques soit, par rapport à celle que comprend le même espace, dans l'hémisphère opposé, comme treize est à un, c'est-à-dire, qu'elle soit analogue à l'inégale proportion des terres extra-tropicales qui, à l'époque actuelle, existe dans les deux hémisphères; puis, supposons que le premier changement géographique qui s'opérera dans cet état de choses, fasse passer la prépondérance de la terre-ferme de l'un des côtés de l'équateur à l'autre, de l'hémisphère sud, par exemple, à l'hémisphère nord, et nous comprendrons que ceci n'a pas besoin

d'altérer la température *générale* de la terre. Mais si, à une autre époque, on admet que la continuation de la même action transpose un égal volume de terre, de la zone torride aux régions tempérées et arctiques, soit des deux hémisphères, soit d'un seul, il faudra, dès lors, admettre aussi un tel refroidissement dans la température moyenne *de toutes les latitudes*, qu'à peine un petit nombre des races préexistantes d'animaux pourront y résister; et, qu'à moins qu'il ne convienne à l'auteur de la Nature que notre planète cesse d'être habitée, de nouvelles espèces devront nécessairement remplacer celles qui seront éteintes.

On voit, d'après ce qui précède, qu'il ne faut pas se hâter de conclure que des périodes égales de temps doivent toujours être accompagnées d'une somme égale de changements dans la vie organique, puisqu'une grande altération dans la température moyenne de la terre, cause qui, de toutes celles que l'on peut concevoir, est la plus propre à occasionner l'extermination de races entières d'animaux et de plantes, doit, à des époques différentes, exiger des temps plus ou moins longs, pour la réalisation de ses effets.

Carte montrant l'étendue de la surface de l'Europe qui a été recouverte par les eaux depuis le commencement du dépôt des terrains tertiaires les plus anciens, ou for-

mations Éocènes. (*Bassins de Paris et de Londres*, etc.) (*). — Cette carte mettra le lecteur à même d'apercevoir d'un coup d'œil la grande étendue des changements qui, ainsi qu'on peut aisément le prouver, se sont produits dans la géographie physique de l'Europe depuis que quelques-unes des plus anciennes couches tertiaires ont commencé à se déposer. Les preuves de la submersion qui, pendant cette période, eut lieu dans toutes les parties indiquées par des hachures, offrent le caractère le moins équivoque possible; car les lieux ainsi désignés se trouvent actuellement recouverts de dépôts renfermant les débris fossiles d'animaux qui ne peuvent avoir vécu que sous l'eau. La partie la plus ancienne de la période dont il s'agit ne peut, géologiquement parlant, être considérée comme datant d'une époque extrêmement éloignée, puisque les dépôts des bassins de Paris et de Londres, de l'Auvergne, et de plusieurs autres districts appartenant à la plus ancienne époque tertiaire, sont plus récents que la majeure partie des couches sédimentaires (de celles que l'on désigne ordinairement sous le nom de terrains secondaires et de transition) qui forment la croûte du globe. De plus, les espèces de testacés marins et d'eau douce, dont on trouve les débris dans

(*) Cette carte a été construite principalement d'après la carte géologique de l'Europe de M. Ami Boué.

ces formations tertiaires anciennes, ne diffèrent pas entièrement de celles qui vivent aujourd'hui. Néanmoins, malgré le peu d'ancienneté comparative de l'époque à laquelle il est fait allusion ici, les changements dans la distribution des terres et des mers, représentés sur la carte, ne forment qu'une partie de ceux qui doivent avoir eu lieu pendant cette période. Jusqu'à présent, on s'est borné simplement à faire une évaluation approximative de la quantité de *mer qui a été convertie en terre* dans les parties de l'Europe qui sont le mieux connues des géologues; mais quant à déterminer la quantité de terre qui, dans le même temps, a été transformée en mer, c'est un résultat auquel il semble en quelque sorte impossible d'arriver. Certains lieux ont pu, à diverses reprises, être occupés successivement par la terre et par l'eau; mais ces lieux ne sont point indiqués sur la carte, et l'on ne doit guère espérer de posséder jamais des données très-exactes sur l'importance de pareils changements.

Dans deux ou trois exemples, j'ai étendu la mer au delà des limites de terre ferme qui, à l'époque actuelle, sont recouvertes par des formations tertiaires; et cela, par la raison que de nouvelles données géologiques ont mis à même de reconnaître que la sortie du sein des eaux de certaines portions de terre n'a eu lieu qu'après que les strates tertiaires eurent commencé à se déposer. Ainsi, par exemple, tout porte à

croire qu'une partie de la craie d'Angleterre (les Dunes Septentrionales et Méridionales, et les terrains secondaires qui s'y trouvent) restèrent sous la mer, jusqu'à ce qu'eut lieu le dépôt des strates Éocènes, ou couches tertiaires les plus anciennes.

La carte représente aussi un détroit qui dut jadis séparer l'Angleterre du pays de Galles, à en juger par les coquilles d'espèces vivantes que l'on a trouvées dans un dépôt de gravier, de sable, de marne, et d'argile, désigné sous le nom de « terrain de transport venant du Nord, » par M. Murchison, qui l'a suivi depuis le Lancashire jusqu'au canal de Bristol, sur l'espace indiqué par la carte (*). M. Trimmer a découvert des coquilles marines récentes, tout à fait identiques, sur la côte septentrionale du pays de Galles, et à 1,392 pieds (424 m. env.) au-dessus du niveau de la mer, sur la montagne de Moel-Tryfane, aux environs du détroit de Menai.

Plusieurs rivages soulevés indiquent l'ancien séjour de la mer sur une partie des côtes orientales de l'Irlande. Tel est, entre autres, celui qui, situé à l'entrée de la baie de Carlington, renferme des coquilles marines récentes; et a été observé dernièrement par le professeur Sedgwick et par M. Murchison.

Une partie du district primaire de la Bretagne se

(*) Voyez Proceedings of Geol. Soc., vol. II, p. 334.

trouve aussi divisée en îles, parce que ce district a, pendant longtemps, été couvert de portions détachées de couches marines tertiaires. Lorsqu'en 1830, je me livrai avec mon ami, le capitaine S. E. Cook, de la marine royale, à l'examen de ces couches, j'acquis la conviction que la mer avait recouvert jadis des espaces beaucoup plus grands que ceux qu'occupent aujourd'hui ces petits dépôts épars.

La large bande de strates tertiaires qui s'étend sur une partie de l'espace actuellement compris entre la mer Blanche et le golfe de Finlande, prouve l'ancienne jonction de ces deux portions de l'Océan. Le détroit, il est vrai, se trouve représenté sur la carte comme étant un peu plus large que l'espace à présent occupé par le terrain tertiaire, mais cela tient à ce que cet espace est bordé au nord-ouest par une partie de la Finlande qui est extrêmement basse, et renferme un si grand nombre de lacs que presque la moitié de sa surface se trouve couverte d'eau douce.

On a laissé en blanc certaines parties des côtes occidentales de la Norwége et de la Suède, parce que les dépôts de coquilles récentes, trouvés par MM. de Buch, Brongniart, et plusieurs autres naturalistes, en divers points et à différentes hauteurs au-dessus du niveau de la mer, sur les côtes de ces contrées, attestent la date comparativement récente de l'élévation d'une partie du gneiss et de diverses autres roches

primaires de ces pays, bien que pourtant on ne puisse déterminer encore jusqu'où la mer a pu s'étendre.

D'un autre côté, si on a représenté comme faisant partie de la mer, l'espace considérable de terre basse qui s'étend le long du rivage, des deux côtés du golfe de Bothnie, dans la mer Baltique, c'est par la raison que l'élévation graduelle du sol et l'abaissement des eaux sur cette côte, que l'on sait avoir eu lieu dans les temps historiques, ne permettent pas de douter que les limites du golfe n'aient dû se restreindre extrêmement depuis une époque comparativement moderne. On trouve aussi dans les mêmes parages, mais à une assez grande distance dans l'intérieur des terres, des lits de sable et d'argile, renfermant des coquilles fossiles dont les analogues vivent aujourd'hui dans les mers voisines. Une portion de la Scanie, et diverses autres parties méridionales de la Suède, ont aussi été indiquées par des hachures, comme étant couvertes d'argile, de sable et de blocs erratiques, qui m'ont paru, après un examen attentif, appartenir aux terrains tertiaires. Si l'espace que couvrent ces formations était mieux connu, les parties de la Scandinavie, aussi bien que celles de l'Angleterre et de plusieurs autres pays de l'Europe qui, dans cette carte, ont été représentées comme étant solides, seraient, sans aucun doute, infiniment plus circonscrites.

J'ai pris soin, dans le titre même de cette carte, de

mettre le lecteur en garde contre la supposition qu'elle avait été faite dans le but de représenter l'état de la géographie physique d'une partie de l'Europe, *à quelque époque particulière*. La difficulté, ou plutôt l'impossibilité de rétablir la géographie du globe telle qu'elle a existé anciennement, et surtout à une époque très-reculée, consiste en ce que l'on peut reconnaître seulement quelles sont les parties de mer qui ont été changées en terre, tandis que les moyens d'observation manquent pour les portions de terre qui ont été transformées en mer. On conçoit, d'après cela, que toutes les cartes qui sont données comme représentant la géographie de quelque époque géologique ancienne, ne peuvent être que des cartes idéales. Celle dont il est ici question n'offre pas la reproduction d'un ancien état de choses existant à telle ou telle époque particulière, mais elle présente, sous une forme synoptique, une partie des changements produits par la conversion des mers en terre, pendant une période donnée.

On peut considérer comme un fait bien établi que les secousses provenant des tremblements de terre donnent aussi bien lieu à l'affaissement qu'au soulèvement des parties de la surface du globe où elles se manifestent; et que, par suite des abaissements et des soulèvements alternatifs de certains espaces de terrains, à des époques successives, une grande portion de ces

espaces peut avoir été entièrement couverte par des dépôts marins, sans que le tout se soit jamais trouvé au même moment sous les eaux; et même sans que la proportion relative des terres et des mers ait subi aucune altération pendant toute la durée de la période. Quoi qu'il en soit, je crois que depuis le commencement de l'époque tertiaire, la terre ferme a, dans l'hémisphère nord, été continuellement en voie d'augmentation, — opinion qui repose, d'une part, sur ce qu'aujourd'hui la quantité de terre sèche dépasse de beaucoup, dans cet hémisphère, la proportion moyenne, qu'en général, offre la terre par rapport à l'eau, sur la surface du globe; et de l'autre, sur les indications que fournit, ainsi que je l'ai déjà prouvé, la comparaison des couches secondaires et des couches tertiaires, relativement à la transformation graduelle d'un océan parsemé d'îles en un vaste continent (*).

Mais en supposant même qu'il fût possible de représenter tous les changements qui ont eu lieu dans la distribution des terres et des mers pendant la période tertiaire, et de désigner non-seulement les parties qui, aujourd'hui solides, appartenaient jadis à la mer, mais aussi l'étendue actuellement couverte par les mers qui faisait autrefois partie de la terre ferme, il s'en faudrait encore de beaucoup que la carte indiquât

(*) Voyez p. 323.

toutes les révolutions importantes que la géographie physique de l'Europe a subies pendant l'époque dont il s'agit. Car, ainsi que nous l'avons vu, les oscillations de niveau n'ont pas toujours eu simplement pour effet de déterminer l'émersion de certaines parties du fond de la mer; elles ont aussi donné lieu quelquefois à des soulevements de plusieurs milliers de pieds au-dessus de l'Océan. C'est ainsi, par exemple, que les Alpes ont acquis, après coup, une hauteur de 2,000 à 4,000 pieds (de 600 à 1,200^{m} environ), et même plus en quelques endroits. Les Apennins doivent également une partie considérable de leur élévation (de 1,000 à 2,000 pieds — 300 à 600^{m} — au moins) aux convulsions souterraines qui se sont manifestées pendant l'époque tertiaire.

D'un autre côté, il n'y aurait rien d'impossible à ce que, pendant la même série de siècles, quelques chaînes de montagnes eussent été abaissées dans de semblables proportions, et que des hauts-fonds se fussent trouvés convertis en abîmes profonds (*).

(*) Nous ferons observer que les faits indiqués dans cette carte, et les conséquences qui en ont été déduites ne doivent pas porter seulement sur la théorie des climats ci-dessus proposée, mais qu'ils sont destinés aussi à faciliter l'explication des idées dont on trouvera l'exposé dans le quatrième volume de cet ouvrage, sur les migrations des animaux et des plantes, et sur extinction graduelle des espèces.

Dernières remarques et conclusions sur les changements qui ont eu lieu dans la géographie physique.— Les observations précédentes n'ayant en quelque sorte rapport qu'à l'Europe, ne peuvent servir à constater l'augmentation de la terre ferme que sur une petite portion de l'hémisphère nord. Mais, ainsi qu'on l'a vu dans le chapitre VII, la grande étendue de terre basse, qui, en Sibérie, s'étend principalement entre les 55e et 75e degrés de latitude nord (espace presque aussi considérable que celui qu'occupe l'Europe entière), est couverte, en très-grande partie, de terrains de formation marine, qui, d'après le témoignage de Pallas et de divers autres auteurs, peuvent être considérés comme appartenant à la période tertiaire. Or, l'émersion de cet espace, que, géologiquement parlant, on peut regarder comme un événement moderne, dut nécessairement avoir pour résultat de déterminer un très-grand refroidissement sur toute l'étendue du globe.

En résumé, ne voit-on pas dans tous les faits qui viennent d'être énumérés, plusieurs raisons de supposer que les époques auxquelles ont eu lieu les principales altérations climatologiques qui peuvent être déduites de la présence des débris fossiles, ont coïncidé avec les changements les plus remarquables dans l'ancienne position des mers et des continents. Ainsi, une vaste étendue de mer, parsemée d'îles,

paraît avoir été le caractère de l'hémisphère nord, aux époques qui ont donné naissance aux roches de transition et au terrain carbonifère, —époques où la température était à la fois très-élevée et très-uniforme. D'autres modifications climatériques accompagnèrent les changements successifs qui se manifestèrent dans la géographie physique de nos latitudes septentrionales, lors du dépôt des terrains secondaires. Enfin, le refroidissement devint plus sensible, et le climat plus semblable à celui dont nous jouissons présentement, lorsque les parties continentales de l'Europe et de l'Asie septentrionale eurent atteint toute leur étendue, et les chaînes de montagnes, leur hauteur actuelle.

On a objecté à cette théorie des climats, qu'il n'existe aucune preuve géologique de la prédominance ancienne d'une température *inférieure* à celle qui règne actuellement, alléguant à l'appui de cette objection que si c'était aux causes qui viennent d'être énoncées que l'on dût véritablement attribuer les changements en question, les fossiles indiqueraient vraisemblablement un climat tantôt plus chaud et tantôt plus froid que celui qui domine aujourd'hui (*). A cela je répondrai que, suivant toute apparence, nos climats actuels diffèrent beaucoup plus de l'état

(*) Allgemeine Literatur Zeitung (Gazette générale de Littérature), n° CXXXIX, Juillet 1833.

d'extrême chaleur que de celui d'extrême froid que nous avons supposé. En jetant les yeux sur la carte (Pl. 2, Fig. 1) on voit que tous nos continents pourraient être réunis dans l'espace compris entre les trentièmes parallèles de latitude nord et sud, et que même, ils ne rempliraient pas à beaucoup près cet intervalle. Or, dans aucune autre position ils ne donneraient lieu à une température aussi élevée que celle qui résulterait d'un pareil état de choses, — état dont les conditions géographiques actuelles du globe s'éloignent tellement, que les parties continentales situées entre les pôles et les 30es parallèles sont en excès, par rapport aux mers, dans la proportion de 9 à 23, au lieu de l'être seulement dans celle de 1 à 3, qui est, à très-peu près, le rapport qu'en moyenne, on observe sur toute l'étendue du globe (*). D'après cela, on ne doit pas être surpris, si, jetant sur les événements géologiques un coup d'œil rétrospectif, qui n'embrasse peut-être qu'une petite portion d'un

(*) Dans cette estimation, on n'a pas tenu compte de l'espace compris au delà du cercle polaire antarctique, cette zone n'étant encore que très-imparfaitement connue. Tout porte à croire que s'il était pris en considération, il augmenterait la somme des continents; car la grande accumulation de glace qui existe autour du pôle antarctique, semble impliquer la présence d'une certaine quantité de terre ferme. Le nombre de milles carrés qu'offre la surface entière du globe est de 148,522,000 (19,477,120 lieues carrées), sur lesquels la mer en occupe 110,849,000 (14,536,697

cycle complet de changement dans les climats terrestres, on rencontre partout des indices d'une température plus élevée que celle qui règne aujourd'hui à la surface du globe. Il serait très-possible que les formations à l'examen desquelles nous nous sommes livrés jusqu'ici, se fussent déposées à l'époque où la somme des terres équatoriales commença à décroître, et où les continents voisins des pôles augmentèrent, au contraire, soit en élévation, soit en étendue, jusqu'à ce qu'enfin ils eussent atteint l'excès qu'offre actuellement leur proportion sous les hautes latitudes. Comme il n'y a rien d'improbable à ce que les révolutions géographiques dont nous avons déjà réuni plusieurs preuves, aient eu cette tendance générale, on peut admettre que le refroidissement a été constant, bien que certains motifs déjà exposés, portent à croire que sa marche n'a pas été uniforme.

Toutefois, il est à remarquer ici que plusieurs indices ont récemment mis à même de reconnaître que

lieues carrées), et la terre 37,673,000 (4,940,423 lieues carrées), d'où l'on voit que la somme des continents est a celle des mers, a très-peu près comme 1 est à 4. Je tiens de M. Gardner que, d'après une approximation grossière, la portion de terre ferme, située entre le 30e parallèle de latitude nord et le pôle, occupe un espace *à peu près égal à celui de la mer* ; tandis que celle qui est comprise entre le 30e degré de latitude sud et le cercle polaire antarctique n'occupe que $\frac{1}{4}$ de cette zone.

la température de l'époque qui précéda immédiatement la période à laquelle apparut l'espèce humaine, n'avait pas été exempte d'oscillations. En Écosse, en Irlande et au Canada, on a remarqué que plusieurs dépôts des plus modernes dont presque toutes, et même quelquefois toutes les coquilles fossiles appartiennent à des espèces récentes, indiquent un climat plus froid que celui qui règne aujourd'hui dans les latitudes correspondantes des deux côtés de l'Atlantique. Cette opinion résulte en partie, des habitations connues des espèces analogues qui vivent actuellement; et en partie, de l'abondance de certains genres de coquilles, et de l'absence de quelques autres (*). La date du refroidissement à laquelle on remonte ainsi, paraît coïncider avec l'époque de la dispersion des blocs erratiques en Europe et dans l'Amérique du Nord, — phénomène que nous croyons devoir attribuer, ainsi qu'on le verra dans un des livres suivants de cet ouvrage, au froid qui régnait alors dans l'hémisphère nord.

Des causes astronomiques qui ont contribué aux variations du climat. — Sir John Herschel s'est appli-

(*) Voyez les Mémoires de M. Smith de Jordanhill, membre de la Société Géologique, et ceux de l'auteur, insérés dans les Proceedings of Geol Soc. (Procès-verbaux de la Société Géologique), n° 63, 1839.

que dernièrement à rechercher si, parmi les phénomènes astronomiques, il ne se trouverait pas quelque cause capable d'expliquer d'une manière plausible la différence qui existe entre le climat actuellement régnant à la surface du globe et celui qui, aux époques anciennes, semble y avoir dominé — sujet qu'il dit avoir abordé sous l'influence d'un esprit frappé de la grandeur de cette vue qui porte à considérer les révolutions géologiques plutôt comme les effets nécessaires et réguliers de causes tout à la fois générales et grandes, que comme le résultat d'une suite de convulsions et de catastrophes qu'aucune loi ne règle, et qui ne peut être rapportée à aucun principe fixe. « Les géomètres, ajoute-t-il, ont démontré l'invariabilité de la distance moyenne de la terre au soleil, et il semble en résulter, au premier aperçu, que la quantité moyenne annuelle de lumière et de chaleur provenant de cet astre doive être également invariable. Cependant, lorsqu'on examine les choses plus attentivement, elles ne paraissent pas justifier une pareille conclusion. On se trouve, au contraire, conduit à reconnaître que la quantité *moyenne* du rayonnement solaire dépend de l'excentricité de l'orbite de la terre, et que, par suite, elle est sujette à variation (*).

(*) Le théorème est ainsi posé : « L'excentricité de l'orbite étant variable, la quantité totale de chaleur que la terre reçoit

Or, continue encore sir Herschel, l'excentricité de l'orbite est actuellement en voie de décroissement, ainsi qu'elle l'a été pendant un grand nombre de siècles, avant les temps historiques; par suite, l'ellipse va en se rapprochant de la figure d'un cercle, et la quantité moyenne de chaleur que la terre reçoit annuellement du soleil se trouve *décroissante* aujourd'hui. Ceci s'accorde parfaitement avec les circonstances géologiques qui indiquent le refroidissement général du climat, mais ne répond nullement à la question qui a pour but de savoir si l'on peut supposer que la somme totale de la diminution que l'excentricité a jamais pu subir, suffit pour rendre compte d'un refroidissement sensible. Les calculs nécessaires à la détermination de ce point n'ont encore jamais été faits. Quoique possibles, à la rigueur, ils seraient extrêmement laborieux, en ce qu'ils devraient embrasser toutes les perturbations que les planètes les plus influentes, telles que Vénus, Mars, Jupiter et Saturne sont susceptibles d'occasionner soit dans l'orbite de la terre, soit dans leurs mouvements respectifs autour du soleil.

du soleil, dans chacune de ses révolutions, est inversement proportionnelle au petit axe de l'orbite. Le grand axe est invariable, et, par suite, la longueur absolue de l'année l'est aussi ; de sorte que la quantité de chaleur moyenne annuelle doit être également en raison inverse du petit axe. » — Geol. Trans., second series, vol. III, p. 295.

Le problème est d'autant plus compliqué qu'il dépend non-seulement de l'ellipticité de l'orbite de la terre, mais aussi de la température supposée des espaces célestes ; — question qui n'est pas encore résolue, et au sujet de laquelle MM. Fourier et Herschel ont émis des opinions très-différentes. Si l'on suppose un cas extrême, dit Herschel, comme celui, par exemple, où l'orbite de la terre deviendrait aussi excentrique que celle de Junon, ou de Pallas, on concevra comment il s'ensuivrait un très-grand changement de climat, puisque dans cette hypothèse, les températures de l'hiver et de l'été devraient être nécessairement tantôt modérées et tantôt excessives, aux mêmes latitudes.

Il serait fort à désirer que ces calculs fussent exécutés; car, dussent-ils servir à démontrer ce que M. Arago considère comme infiniment probable (*), savoir, que la somme moyenne du rayonnement solaire ne peut jamais être affectée d'une manière sensible par les irrégularités que la terre est susceptible d'éprouver dans son mouvement, toujours serait-il extrêmement intéressant que cette question se trouvât définitivement résolue.

Une autre hypothèse astronomique relative à la cause possible des variations séculaires du climat, a

(*) Ann. du Bur. des Long., 1834.

été proposée par M. Poisson, savant aussi distingué comme mathématicien que comme physicien. Il suppose d'abord, que ni le soleil ni le système planétaire ne sont stationnaires, mais qu'ils sont entraînés progressivement dans l'espace par un mouvement commun; puis, que chacun des points de l'espace reçoit de la chaleur et de la lumière des étoiles sans nombre dont il est entouré de tous côtés; de telle sorte qu'une droite tirée d'un point quelconque de l'espace, et indéfiniment prolongée dans quelque direction que ce soit, ne pourrait manquer de rencontrer quelque étoile, soit visible, soit invisible pour nous. Il admet aussi la possibilité que les différentes régions de l'espace qui, dans le cours de plusieurs millions d'années, se trouvent traversées par notre système, doivent être d'une température très-inégale; certaines d'entre elles recevant de la grande enceinte stellaire une quantité de chaleur rayonnante bien supérieure à celle qu'en reçoivent telles ou telles autres. De même, ajoute-t-il encore, que tout autre corps d'un volume considérable qu'on transporterait de la zone équatoriale sous un climat tempéré, la terre venant à passer d'une région plus chaude dans une région plus froide, ne perdrait pas dans la seconde toute la chaleur qu'elle aurait acquise dans la première; sa température irait seulement en décroissant de la surface à l'intérieur, ainsi, précisé-

ment, que les choses se passent dans l'état actuel de notre planète (*).

Plusieurs astronomes célèbres pensent que l'opinion émise par sir William Herschel, relativement au mouvement progressif du soleil et de son cortége planétaire dans la direction de la constellation d'Hercule, a besoin d'être confirmée. Or, si ce fait lui-même est un objet de doute, combien plus vagues et plus incertaines encore doivent être les diverses conjectures qui ont rapport à la quantité du déplacement dont il s'agit?—déplacement qui devrait, en tout cas, acquérir une valeur considérable, avant qu'une telle cause pût, à elle seule, déterminer quelque altération notable dans les climats terrestres.

Dans la vue de rendre son hypothèse plus frappante, M. Poisson a supposé que la température de l'espace que notre système a traversé avant d'arriver au point qu'il occupe actuellement dans le ciel, était de plus de 212° Fahr. (100° centig.). Cette circonstance une fois admise, le mettait à même d'expliquer la proportion observée dans l'accroissement de la chaleur terrestre, en allant de la surface à l'intérieur du globe. Toutefois, comme la température de l'eau bouillante correspondante au 212e degré Fahrenheit, ou au 100e

(*) Poisson, Théorie Mathémat. de la Chaleur, Comptes Rendus de l'Acad. des Sci., 30 Janv. 1837.

degré centigrade, ne s'observe aujourd'hui que très-rarement dans du sable sec exposé en plein midi, au soleil de l'équateur il s'ensuit qu'une théorie tendant à établir qu'à une époque donnée la surface du globe entier recevait des étoiles seules (dans la nuit, par exemple), une quantité de lumière et de chaleur supérieure à celle qui de nos jours est produite par un soleil tropical, doit nécessairement effrayer l'imagination, même la plus hardie.

De l'éclat variable de certaines étoiles. — Il est encore une autre circonstance astronomique qui, parmi les diverses causes susceptibles de déterminer quelques variations séculaires dans les climats terrestres, mérite d'être mentionnée. On sait depuis longtemps que l'intensité lumineuse de certaines étoiles est sujette à des variations tout à la fois périodiques et considérables. Ainsi, par exemple, sir John Herschel a, depuis peu, reconnu (Janvier 1840) qu'*alpha* d'Orion, une des étoiles les plus grandes et les plus brillantes du ciel, perd dans l'espace de six semaines, moitié, à peu près, de son éclat. « Ce phénomène, dit-il, ne peut manquer d'éveiller l'attention des savants et de donner lieu à de nouvelles spéculations analogues à celles auxquelles mon père, sir W. Herschel, s'est livré le premier, sur la possibilité d'une altération dans l'éclat de notre soleil lui-même. Si réellement

il existe quelque analogie entre la nature du soleil et celle des étoiles fixes, chaque preuve que nous acquérons de l'influence considérable de ces changements périodiques dans ces corps éloignés, doit ajouter à la probabilité que quelque chose d'à peu près semblable se passe à des distances plus rapprochées de nous. » Puis, faisant allusion à l'influence possible de faits de cette nature sur les anciennes révolutions qu'ont subies les climats terrestres, sir J. Herschel dit plus loin : « L'observation a constaté que depuis l'époque à laquelle remontent les annales de l'Histoire de l'Astronomie, plusieurs étoiles *ont*, dans les anciens temps, subi des changements d'intensité lumineuse très-considérables, sans qu'aucun changement proportionnel de distance ait contribué à produire cet effet. Si, même *intrinsèquement*, notre soleil a été autrefois beaucoup plus brillant qu'il ne l'est à présent, la température moyenne de la surface du globe terrestre a dû, par suite, être proportionnellement plus élevée. Bien qu'en ce moment je parle de changements séculaires, et non de changements périodiques, mon argument se trouve singulièrement compliqué par la considération de la diaphanéité, probablement imparfaite, des espaces célestes, et par la cause de l'imperfection de cette diaphanéité, que l'on peut attribuer à la présence de molécules matérielles non lumineuses, et irrégulière-

ment disséminées en amas, à la manière des nébuleuses ; mais formant des masses plus considérables. L'existence de ces corps, auxquels on a donné le nom de *nuages cosmiques*, me semble en quelque sorte constatée par les phénomènes si singuliers, et même en apparence si capricieux, des étoiles temporaires, comme peut-être aussi, par l'augmentation et la diminution d'éclat si extraordinairement subites que l'on a observées récemment dans » d'*Argus* (*). »

Diminution graduelle de la chaleur primitive attribuée au globe terrestre. — La diminution graduelle de la chaleur primitive que l'on attribue au globe terrestre a été considérée par quelques géologues comme étant la cause principale des modifications du climat. On a supposé, d'après les conjectures de Leibnitz, que notre planète était, à l'origine, dans un état de chaleur excessivement intense; mais que depuis, elle avait toujours été en se refroidissant, et par suite, en diminuant de volume. Il est vrai que l'expérience et des observations récentes ont donné lieu de croire que la température de la terre augmente à mesure qu'on s'enfonce dans la très-petite profon-

(*) Proceedings Roy. Astronom. Soc. (Procès-verbaux de la Soc. roy. d'Astronomie), n° III, Jan. 1840.

deur à laquelle l'homme peut pénétrer; mais à l'égard du refroidissement séculaire de l'intérieur du globe et de sa contraction, la science ne possède aucune preuve positive. Loin de là, au contraire, La Place a démontré, à l'aide d'observations astronomiques faites au temps d'Hipparque, que dans le cours des deux mille dernières années, au moins, qui se sont écoulées, la terre n'a éprouvé aucune contraction sensible par suite de son refroidissement. Si, en effet, il y eût eu la plus petite diminution dans le volume du globe, le jour serait devenu plus court, ce qui n'est pas, puisqu'on sait d'une manière certaine, que pendant l'espace de temps dont il vient d'être question, sa durée n'a pas diminué de $\frac{1}{300}$ de seconde.

Une suite d'expériences très-curieuses, faites par Fourier, sur le refroidissement des corps incandescents, l'a conduit à penser, et même à regarder comme chose prouvée mathématiquement, que la distribution actuelle de la chaleur dans l'écorce terrestre, est celle précisément qui y existerait, si le globe, après avoir été formé dans un milieu doué d'une température extrêmement élevée, eût, ensuite, marché constamment vers un état de refroidissement (*). Il soutient que, quoique par suite de la

(*) Voyez un Mémoire sur la Température du Globe Terrestre et

lenteur de ce refroidissement et du peu de durée des observations, on ne puisse signaler le plus léger effet de contraction du globe, dans l'espace de temps que comprend la période historique, il n'en reste pas moins certain que, chaque année, le rayonnement fait passer une quantité donnée de chaleur, de l'intérieur de la terre dans les espaces planétaires. Cet habile mathématicien va même jusqu'à essayer de prouver que la somme de la chaleur ainsi transmise, dans le cours d'un siècle, par chaque mètre carré de la surface de la terre, suffirait pour fondre une colonne de glace d'un mètre carré de base et de trois mètres de hauteur.

On a prétendu aussi qu'il n'y avait aucun moyen d'expliquer comment la chaleur une fois dégagée, par voie de rayonnement, de l'intérieur du globe, pourrait y rentrer; et on en a conclu que dès le moment de sa création, notre planète avait été sujette à un refroidissement qui n'avait pu jusqu'à présent, et ne pourrait encore, à l'avenir, que s'accroître; — opinion qui m'a conduit à exposer, dans la seconde partie de cet ouvrage, plusieurs objections relatives à la théorie de la chaleur intense du noyau central de la terre, et à rechercher jusqu'à quel point l'aug-

des Espaces Planétaires, inséré dans les Annales de Chimie et de Physique, tome XXVII, p. 136. Oct. 1824.

mentation de température que l'on observe à mesure qu'on pénètre plus avant dans l'intérieur de la croûte terrestre, peut être attribuée à des causes étrangères à l'état de fluidité dans lequel on a supposé qu'était le globe entier à son origine.

CHAPITRE IX.

THÉORIE DU DÉVELOPPEMENT PROGRESSIF DE LA VIE ORGANIQUE A DIVERSES ÉPOQUES GÉOLOGIQUES SUCCESSIVES.

Theorie du développement progressif de la vie organique ; l'observation n'en démontre pas la verité. — Découverte d'animaux vertébrés et de plantes de l'organisation la plus parfaite, dans des terrains très-anciens. — Des différences qu'on observe entre les débris organiques des diverses formations successives. — De l'origine comparativement moderne de la race humaine ; résultat sans importance pour la doctrine populaire du développement successif. — Considérations sur les effets produits dans le système, par l'apparition de l'homme à la surface du globe.

Développement successif de la vie organique. — Après avoir examiné, dans les chapitres précédents, si les diverses révolutions qu'a subies le climat général du globe sont de nature à provoquer quelques objections sérieuses contre la doctrine en vertu de laquelle on

admet que les changements anciens qui ont affecté l'écorce de la terre font partie d'une suite non interrompue d'événements physiques résultant des lois ordinaires, il nous reste maintenant à signaler les arguments qui ont été tirés des modifications importantes que les corps organisés ont subies dans les temps passés. Je m'attacherai d'autant plus à réfuter ces objections, qu'elles ont été mises en avant de la manière la plus formelle par un physicien très-célèbre, feu H. Davy, qui s'exprime à ce sujet de la manière suivante : « Il est, dit-il, impossible de soutenir que l'ordre de choses actuel n'est autre que l'ancien, modifié seulement par les lois existantes. Je citerai à l'appui de cette opinion, les corps organisés que renferment les diverses strates sédimentaires dont se compose, en partie, la croûte du globe. On ne trouve les formes végétales qu'en très-petit nombre parmi celles de ces couches qui sont le plus éloignées de la surface, et qui, par conséquent, doivent être considérées comme ayant été déposées les premières; celles qui suivent offrent un mélange de végétaux et de coquilles; dans les troisièmes, apparaissent des ossements de poissons et de reptiles ovipares; dans les quatrièmes, des débris d'oiseaux mêlés à ceux des autres genres déjà mentionnés; et dans les cinquièmes, enfin, des restes de quadrupèdes appartenant à des espèces éteintes. Ce

n'est que dans les strates incohérentes et à peine solidifiées, de gravier et de sable, ordinairement désignées sous le nom de formations diluviennes, que se trouvent, associés à des débris d'êtres perdus, des restes d'animaux analogues à ceux qui vivent de nos jours. Quant à des ossements humains, ou même à des restes d'ouvrages exécutés de main d'homme, jamais on n'en a rencontré dans aucune de ces formations, c'est-à-dire, pas plus dans le terrain diluvien que dans les couches secondaires ou tertiaires. D'après cela, ne doit-on pas être parfaitement convaincu que l'ordre de choses actuel est tout à fait différent de celui d'autrefois, et que l'existence comparativement récente de l'homme, comme maître du globe, est un fait non moins certain que l'extinction d'un grand nombre de formes organiques dont les types ne se retrouvent plus à présent? Les strates secondaires les plus anciennes ne renferment aucun reste d'animaux analogues à ceux qui vivent de nos jours à la surface du globe : les roches mêmes qui peuvent être considérées comme ayant été formées plus récemment, n'en contiennent qu'un très-petit nombre; mais en revanche, on y trouve une quantité prodigieuse d'espèces éteintes. On dirait que la Nature a constamment marché d'une manière graduelle vers l'état actuel des choses, et qu'elle a préludé par une longue suite de destructions et de

productions nouvelles à la création de l'homme (*). »

Dans le passage qui vient d'être cité, l'auteur s'appuie sur certaines données géologiques pour en tirer deux conclusions importantes, savoir, que les débris que renferment les diverses formations sédimentaires dont se compose en très-grande partie la croûte du globe, offrent la preuve du développement progressif de la vie organique, à partir des formes les plus simples jusqu'à celles qui sont le plus compliquées ; et que l'homme est d'une origine comparativement récente ; — conclusions qu'il regarde comme étant inconciliables avec la supposition « que l'ordre de choses actuel n'est autre que l'ancien, modifié seulement par les lois existantes. »

A l'égard de la première de ces propositions, on pourrait demander si la théorie du développement progressif de la vie animale et végétale, et du perfectionnement graduel des êtres organisés, repose sur une base vraiment solide. Il n'est pas un seul géologue au courant des nombreuses données que la science possède aujourd'hui, relativement aux fossiles, qui voulût soutenir cette théorie dans toutes ses parties, c'est-à-dire, telle qu'elle a été proposée par l'illustre chimiste dont nous venons de faire con-

(*) Sir H. Davy, Consolations en voyage, Dialogue III. « L'Inconnu. »

naître l'opinion; les seuls qui continuent à la défendre sont ceux qui ne connaissent pas les découvertes modernes; encore ne l'admettent-ils qu'en la modifiant. Ils prétendent que lors de la première période du monde, et par cette période ils entendent la première de celles où l'on a trouvé quelques débris organiques, la végétation se composait presque uniquement de plantes cryptogames, et que la faune contemporaine consistait, pour ainsi dire, exclusivement en zoophytes, en testacés, et en quelques poissons. La seconde époque, toujours suivant eux, vit croître des plantes d'une structure moins simple que les cryptogames, et donna naissance à des reptiles ovipares, auxquels succédèrent, lors de la troisième époque, les ordres le plus haut placés dans l'échelle animale, tels que les oiseaux et les mammifères. A cette dernière période, la flore terrestre acquit aussi un nouveau degré de diversité et de perfectionnement.

Or, nous croyons devoir signaler ici la contradiction dans laquelle tombent les naturalistes qui, d'une part, s'efforcent de faire coordonner les phénomènes de la végétation primitive avec ceux de la vie organique à son état naissant, et qui, de l'autre, cherchent à déduire de la prédominance numérique de certains types de formes, l'excès de chaleur de l'ancien climat, par rapport à celui de l'époque ac-

tuelle. Leurs arguments à l'appui de cette dernière conclusion ne peuvent avoir quelque valeur que si l'on admet que la marche suivie par l'auteur de la Nature dans la création et dans la distribution des êtres organisés est la même à présent que jadis; et qu'à toutes les époques passées eurent lieu des circonstances analogues à celles qui font que certaines familles d'animaux et de plantes dominent aujourd'hui dans des régions douées d'une certaine température, d'un certain degré d'humidité, d'une certaine intensité de lumière, et de diverses autres conditions encore, ou qu'elles y sont même exclusivement limitées.

Mais si au lieu d'admettre cette supposition, on considère la prédominance de telles ou telles familles comme résultant d'un certain ordre de préséance dans l'apparition des diverses classes d'êtres organisés à la surface du globe, et qu'en outre, on soutienne que les types d'organisation allèrent toujours en se perfectionnant, il faudra, dès lors, attribuer la prépondérance numérique des plantes le plus simplement conformées, *non à la chaleur*, mais aux diverses lois qui, dans les mondes nouvellement créés, règlent les phénomènes de la vie organique. S'il est vrai que, suivant les lois du développement progressif, les plantes cryptogames aient toujours prospéré pendant des siècles avant que l'ordre des dicotylédones pût

s'être établi, la petite proportion de ces dernières se trouvera ainsi complétement expliquée; car, dans ce cas, il était impossible qu'elles apparussent à la surface du globe, quelle que fût, d'ailleurs, la nature du climat.

Avant d'admettre qu'une température élevée a dû régner jadis dans les hautes latitudes, comme conséquence indispensable de la présence de fougères arborescentes, de lycopodiacées, et de diverses autres plantes appartenant à des familles voisines, il doit, au moins, nous être permis de supposer que l'hémisphère nord a eu, qu'il a encore, et qu'il aura constamment une atmosphère chaude et humide, tendant à déterminer dans la végétation une prédominance de types analogues de forme.

Bien que l'on ait trouvé de 2 à 300 espèces de plantes dans les couches anciennes de la période carbonifère, on n'y a encore découvert, disent les auteurs de la « Flore Fossile (*) » aucune trace des formes les plus simples de végétaux sans fleurs, tels que les champignons, les lichens, les hépatiques ou les mousses; tandis qu'au contraire, on y a rencontré un grand nombre de plantes qui, telles que des fougères, des lycopodiacées et des végétaux qu'on suppose être des

(*) Fossil Flora of Great Britain, par John Lindley et William Hutton, Esquires. Londres, 1832. Préface.

équisétacées, présentent les types les plus parfaits de la classe des cryptogames. Quant aux débris de monocotylédones que renferment ces mêmes strates, ils consistent en palmiers et en plantes analogues au dragonier, au bananier et au Maranta Arundinacea, qui forment les familles les plus complétement développées de cette classe. Parmi les dicotylédones de la période carbonifère, on remarque un grand nombre de Conifères auxquels se trouvent associées des Stigmarias fossiles. Ces végétaux, dont le genre est voisin des cactées ou des euphorbiacées, appartiennent probablement aux plantes les plus parfaitement organisées de la classe des dicotylédones. « Mais lors même, continuent les auteurs déjà cités, que l'on pourrait démontrer que ni les Conifères, ni aucune autre plante dicotylédone n'existaient lors du premier âge géologique de la végétation terrestre, la théorie du développement progressif n'en resterait pas moins insoutenable ; car il serait toujours nécessaire de prouver que les monocotylédones occupent dans l'échelle de la végétation un rang moins élevé que les dicotylédones, ou, en d'autres termes, qu'ils ont une organisation moins parfaite. Or, il s'en faut tellement qu'il en soit ainsi, que si l'on n'admettait pas une égalité complète entre ces deux classes, on en serait réduit à douter si l'organisation des monocotylédones n'est pas supérieure à celle des dicotylédones, et si,

sous le rapport de la dignité, les palmiers ne l'emportent pas sur les chênes, et les céréales sur les orties. »

La plus grande partie des restes organiques que renferme l'écorce du globe, consiste en testacés et en coraux ; les ossements d'animaux vertébrés ne s'y trouvent, comparativement, qu'en très-petit nombre. Parmi ces ossements, les plus abondants sont ceux qui appartiennent à des poissons ; puis ceux de reptiles ; et enfin les débris de mammifères terrestres, qui sont beaucoup plus rares que les autres. Cette proportion paraîtra toute naturelle, si l'on considère le fait admis généralement aujourd'hui, que le plus grand nombre des strates fossilifères a été déposé sous la mer, et que probablement, jadis, comme à présent, l'Océan occupait la majeure partie de la surface du globe. Toutefois, on ne doit pas trop se hâter d'inférer de l'absence d'ossements fossiles de mammifères dans les couches anciennes, que lors des premières époques géologiques, il n'existait aucun animal appartenant à la classe la plus élevée des vertébrés. Il est actuellement certaines régions de la mer Pacifique et de l'océan Indien, non moins étendues que l'Europe et l'Amérique du Nord, dont on pourrait draguer le fond sans y rencontrer un seul débris de quadrupède terrestre, tout en y trouvant des milliers de coquilles et de coraux. D'après cela, si des navigateurs venaient

à raconter qu'en faisant des sondages dans l'océan Indien, près de quelque récif de coraux et à une certaine distance des côtes, ils ont rapporté, à l'aide de crochets attachés à leur ligne, quelques fragments de léopard, d'éléphant ou de tapir, tout porte à croire que leur récit serait accueilli avec la plus grande incrédulité, à moins pourtant que leur véracité ne devant donner lieu à aucun doute, on n'en vînt à suspecter leur habileté comme naturalistes, ou qu'enfin, le fait ne pouvant être contesté, on ne fût obligé d'admettre l'échouement d'un vaisseau à l'endroit où ces débris auraient été trouvés?

Quelque rares que soient les accidents par suite desquels des quadrupèdes terrestres peuvent se trouver entraînés en pleine mer par des rivières, bien plus rares encore doivent être les circonstances capables de s'opposer à ce que les corps de ces animaux, une fois dans la mer, soient dévorés par des requins ou par d'autres poissons voraces, analogues à ceux dont les dents se retrouvent dans quelques couches carbonifères. Cependant, il se pourrait que le cadavre d'un de ces animaux, échappant à la voracité des poissons, tombât au fond de la mer, précisément sur un point où quelque dépôt sédimentaire serait en voie de s'accumuler. Mais lors même que dans ce cas, déjà peu supposable, les causes nombreuses de décomposition susceptibles d'agir à la longue, n'ef-

faceraient pas toute trace de ce corps, enfoui depuis des siècles dans quelque roche solide, ne serait-il pas contraire à toute probabilité que l'on tombât de la sorte exactement sur la place, sur le point même du lit d'un ancien océan où cette précieuse relique aurait été ensevelie? Et quand parmi des milliers de fragments de coraux et de coquilles, nous trouvons à peine quelques rares ossements d'animaux *aquatiques* ou *amphibies*, pourrions-nous raisonnablement nous attendre à rencontrer le seul squelette d'animal terrestre que renferme un aussi vaste espace?

Clarence, dans son rêve, voit « sur le fond vaseux de l'Océan, »

> — a thousand fearful wrecks;
> A thousand men, that fishes gnaw'd upon;
> Wedges of gold, great anchors, heaps of pearl (*).

Si parmi « les ossements humains dispersés sur le fond de la mer, » Clarence eût aperçu aussi des squelettes de lions, de daims, et de divers autres animaux sauvages qui habitent les plaines et les bois, dès lors la fiction eût paru indigne du génie de Shakspeare. Un si flagrant oubli des lois de la probabilité, une telle infraction aux règles de l'analogie

(*) Mille débris effrayants; des milliers d'hommes dévorés par des poissons; des lingots d'or, des ancres énormes et des amas de perles. (Shakspeare — Richard III.)

eussent été impitoyablement condamnés, lors même que le poëte ne s'en fût rendu coupable que pour peindre les images bizarres qui, pendant les visions de la nuit, se présentent à une imagination malade.

Mais, comme des débris fossiles de mammifères ont été trouvés dans des strates appartenant aux périodes les plus modernes, il devient très-intéressant de jeter un coup d'œil rapide sur les corps que renferment les diverses formations successives, et d'examiner à quel point ils sont propres à corroborer ou à infirmer la doctrine du développement progressif.

Nous commencerons par établir que des débris de fossiles qui doivent être rapportés au règne animal, apparaissent dans des strates non moins anciennes qu'aucune de celles où l'on a rencontré des impressions de plantes. Bien que nos connaissances à l'égard des restes organiques que renferment les formations fossilifères primaires, c'est-à-dire, celles qui sont inférieures à la série carbonifère, soient encore très-imparfaites, nous savons que dans plusieurs d'entre elles, telles que le calcaire de Ludlow, par exemple, on a trouvé des écailles et des os de poissons (*). Quant à des débris d'animaux vertébrés, on ne peut guère s'attendre à en découvrir un grand

(*) Murchison, Silurian System. (Système Silurien, par Murchison), p. 605

nombre dans ces roches anciennes, jusqu'à ce que les zoophytes et les testacés de la même époque soient mieux connus. Pour ce qui regarde les espèces rares, c'est tout au plus si on parviendra jamais à en trouver quelques-unes, tant que les plus abondantes n'auront pas été rencontrées plusieurs fois; et il peut s'écouler bien du temps encore, avant que l'on obtienne, par rapport aux fossiles des couches inférieures au Charbon, des données suffisantes pour motiver la grande importance qu'on peut être tenté d'attacher à l'absence des oiseaux et des mammifères dans ces couches. Nous parlerons aussi des roches très-anciennes dans lesquelles l'action prolongée, pendant une longue suite de siècles, de plusieurs causes diverses, telles entre autres que la chaleur souterraine et l'infiltration d'eaux acidules, a détruit une grande quantité de débris organiques. On peut se faire une idée du nombre de fossiles qui a pu disparaître des couches les plus anciennes, par ce seul fait que dans beaucoup de cas leur existence ne nous est révélée qu'à raison du relief qu'ont souvent des pétrifications sur la face découverte d'une roche, par suite de l'inégalité de la décomposition que produit sur elle l'influence atmosphérique.

Si nous passons ensuite à l'examen du Vieux Grès Rouge, nous voyons que tant en Écosse que dans la partie occidentale de l'Angleterre et dans le pays de

Galles, on a trouvé plusieurs squelettes entiers de poissons, mais qu'aucun exemple authentique de reptiles n'a, jusqu'à ce jour, été constaté dans cette formation (*). On n'en a point découvert non plus dans le groupe carbonifère supérieur au vieux grès rouge, soit dans le calcaire de montagne, soit dans les argiles schisteuses et le grès houiller. Les dents supposées de saurien que le Dr Hibbert a trouvées près d'Édimbourg, dans des strates carbonifères, ont été récemment signalées par le Dr Agassiz, comme appartenant à un poisson sauroïde, c'est-à-dire, à un poisson de l'ordre le plus élevé, sous le rapport de la structure, et approchant, plus que tous les autres, des vrais sauriens par les caractères ostéologiques qu'il présente.

Dans tous les cas, il serait extrêmement hasardeux de conclure que lors de la formation du groupe carbonifère, il n'existait ni mammifères, ni sauriens;

(*) On rapporte dans les Geol. Trans. (Transactions Géologiques), second series, vol. III, part. I, p. 144), qu'un nombre considérable d'écailles d'une tortue, voisine du genre Trionyx, a été trouvé dans les schistes bitumineux des Orcades et de Caithness, en Écosse, — formations auxquelles le professeur Sedgwick et M. Murchison ont assigné le même âge qu'au Vieux Grès Rouge. Quant à ces écailles, M. Agassiz a reconnu depuis peu qu'elles appartiennent à un poisson. (Voyez planche 16 de la partie des « Geol. Trans. » qui vient d'être citée.)

car, lors même que les petites îles, dont se trouvait probablement parsemé, dans les hautes latitudes (voyez p. 324), l'Océan de cette époque, dussent être, comme celles de la mer Pacifique actuelle, entièrement dépourvues de mammifères et de grands reptiles, il serait fort possible que les continents situés sous de basses latitudes, en eussent, au contraire, renfermé un grand nombre.

Quant aux oiseaux, leur absence se remarque, non-seulement dans ces couches, mais dans d'autres aussi de différents âges, et dans celles même où abondent souvent des animaux de l'ordre le plus élevé (*).

Si nous poussons nos recherches encore plus loin, les premières formations que, dans l'ordre chronologique, nous rencontrerons au-dessus du terrain houiller, seront les formations secondaires qui, s'étendant depuis le Calcaire Magnésien, jusqu'à la Craie inclusivement, renferment les monuments d'une longue suite de siècles pendant lesquels vécurent à la surface du globe un si grand nombre de reptiles de toute dimension, de toute forme et de toute structure, que l'ensemble de cette période, mais surtout deux de ses subdivisions, le Lias et l'Oolithe, ont quelquefois été désignées par la dénomination de « période des reptiles. »

(*) Voyez Volume II.

Ainsi que nous avons à l'époque actuelle, des mammifères dont l'existence est limitée à la surface de la terre; d'autres qui, comme la chauve-souris et le vampire, volent dans l'atmosphère; des mammifères amphibies, qui, tels que l'hippopotame, le castor, la loutre, fréquentent les rivières; et des mammifères enfin, qui, ainsi que le veau marin, la baleine, et le narwal, sont exclusivement aquatiques et marins; de même, il y avait aux époques anciennes dont nous venons de parler, des reptiles terrestres, des reptiles ailés, et des reptiles aquatiques. Sur la terre vivaient des iguanodons; dans l'air volaient des ptérodactyles; dans les rivières se trouvaient des monitors et des crocodiles, et dans l'Océan, des ichthyosaures et des plésiosaures. Il paraît aussi que quelques-uns de ces sauriens approchaient plus, sous le rapport de l'organisation, du type des mammifères actuels, qu'aucun des reptiles vivants.

La vaste série de couches à laquelle il a été fait allusion tout à l'heure et qui comprend le Nouveau Grès Rouge Inférieur et le Calcaire Magnésien, le Nouveau Grès Rouge Supérieur et le Muschelkalk, le Lias, l'Oolithe, la formation Wealdienne, le Grès Vert et la Craie, n'a, jusqu'à ce jour, présenté que trois exemples bien authentiques d'oiseaux fossiles, et un seul de mammifères. Le premier de ces exemples nous est offert par des oiseaux de l'ordre des *Gralles* ou échas-

siers, qui ont été découverts par M. Mantell dans le terrain de Weald, ce grand dépôt d'eau douce que l'on rencontre sous la Craie (*). Le second exemple est un squelette d'oiseau presque entier que M. Agassiz a trouvé en 1839, dans le schiste de Glaris (Alpes Suisses), dépôt marin de la même époque que la Craie; et le troisième, enfin, qui a été observé récemment dans la craie blanche d'Angleterre, est un oiseau voisin du genre albatros (**).

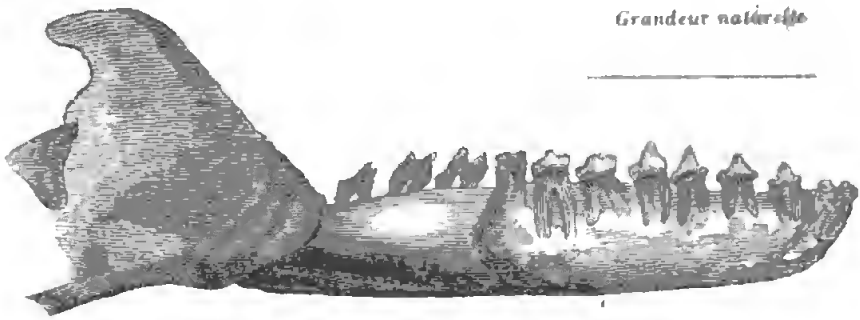
Quant à l'exemple de mammifères dont nous venons de parler, et qui est le seul que l'on connaisse jusqu'à ce jour, c'est dans un des membres inférieurs de l'Oolithe, le schiste de Stonesfield, en Oxfordshire, qu'il a été découvert. Les fossiles remarquables que l'on a trouvés dans ce schiste, consistent dans les mâchoires inférieures de deux espèces, au moins, de petits quadrupèdes dont la grosseur n'excède pas celle d'une taupe.

Plusieurs années avant sa mort, Cuvier ayant eu occasion de voir un de ces fossiles, le rapporta à l'ordre des Marsupiaux, reconnaissant, toutefois, qu'il

(*) Proceedings Geol. Soc., vol. II, p. 203.

(**) Cet échantillon a été découvert par Sir P. Egerton, et ensuite examiné par le docteur Buckland et par M. Owen. Ce dernier le rapporte à un individu appartenant à la famille des « Longipennes » de Cuvier, et voisin du genre albatros, dont il diffère sous le rapport de la dimension des jambes, qui sont plus longues et plus fortes.

Fig. 8.



Thylacotherium Prevostii (Valenciennes). *Mâchoire inférieure, trouvée dans le schiste de Stonesfield, près d'Oxford* (*).

différait de tous les carnivores connus, par ce fait que la mâchoire était pourvue de dix dents molaires. Cette

(*) Cette figure a été faite d'après un dessin du professeur C. Prévost, publié dans les Annales des Sciences Naturelles, en avril 1825. Le débris qu'elle représente est une mâchoire inférieure adhérente par sa face interne au schiste oolithique dans lequel elle est fortement engagée. La forme du condyle, ou apophyse postérieure de la mâchoire est convexe, et se rapporte au type des mammifères. Grâce à l'empreinte qui en est restée sur la pierre, on la voit très-distinctement, bien que l'os manque dans cet échantillon. La portion antérieure de la mâchoire a été en partie brisée, de sorte qu'on voit les doubles racines des molaires implantées dans leurs alvéoles, — circonstance qui prouve que la mâchoire dont elles font partie était bien celle d'un mammifère, puisque la forme des racines est caractéristique pour les animaux de cette classe. Outre les dix molaires très-bien conservées que renferme cette mâchoire, on y entrevoit la place d'une onzième. L'émail de quelques-unes de ces dents est aussi en très-bon état de conservation.

opinion, qui fut mise en doute par plusieurs anatomistes célèbres, a, depuis, été confirmée par MM. Valenciennes et Owen. Ce dernier a prouvé que ce débris appartient à un animal dont le genre est éteint, mais qui avait les plus grands rapports avec un mammifère de l'Australie, récemment découvert, le *Myrmecobius* de Waterhouse, qui a neuf dents molaires à la mâchoire inférieure. (Voyez *Fig.* 9.)

Fig. 9.

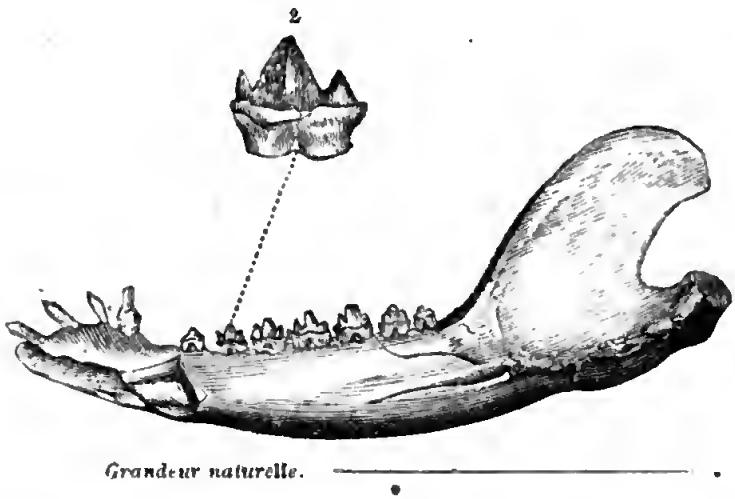
Myrmecobius fasciatus (Waterhouse) *récent, qui se trouve dans la rivière des Cygnes. Mâchoire inférieure de grandeur naturelle* (*)

Les autres débris de mammifères trouvés à Stonesfield, doivent aussi être rapportés à un genre éteint :

(*) La planche 28 du second volume des « Trans. Zool. Soc. » (Transactions de la Société Zoologique) représente une figure coloriée de ce petit et élégant quadrupède. Il est insectivore, et a été pris en Australie, dans un creux d'arbre, à quatre-vingt-dix milles (33 l. environ) au sud-est de l'embouchure de la rivière des Cygnes, dans un pays rempli de fourmilières. C'est la première espèce de marsupiaux vivants à qui l'on ait trouvé neuf dents molaires à la mâchoire inférieure, et où l'on ait observé, entre quelques-unes des dents, un intervalle assez considérable. Cette particularité étant une de celles qui caractérisent le thylacotherium de Stonesfield, engagea d'abord M. de Blainville à rapporter cet individu à la classe des reptiles.

mais sous le rapport de l'ostéologie, et particulièrement à l'égard du nombre des dents, les individus auxquels ils appartiennent, se rapprochent beaucoup plus de l'espèce opossum que de toute autre. (Voir Fig. 10.)

Fig. 10.



Phascolotherium Bucklandi, Owen. (Syn. *Didelphis Bucklandi*, Brod.) *Mâchoire inférieure, trouvée à Stonesfield* (*).

1. La mâchoire grossie deux fois en longueur.
2. La seconde dent molaire grossie six fois.

(*) Cette figure a été dessinée d'après l'original qui, autrefois, faisait partie de la collection de M. Broderip, et qui, aujourd'hui, appartient au Musée Britannique. Elle présente la moitié d'une mâchoire inférieure (le côté droit), dont on voit la face interne. La mâchoire contient sept dents molaires, une canine et trois incisives. Une fracture qui se trouve à l'extrémité de cette mâchoire permet en outre d'apercevoir des traces de l'alvéole d'une quatrième incisive, ce qui fait que le nombre des dents s'accorde

La présence, aussi avant dans la série oolithique, de ces fossiles qui sont les monuments les plus anciens que l'on connaisse du type des mammifères, est une circonstance extrêmement remarquable, en ce que nul autre individu appartenant à la même classe, n'a encore été trouvé dans aucune autre formation secondaire, soit inférieure, soit supérieure. Il prouve aussi qu'on ne saurait trop se mettre en garde contre les généralisations prématurées, lorsqu'elles ne reposent que sur des faits négatifs. Or, si une exception aussi importante à la règle générale semble prouver que, lors de l'accumulation des terrains secondaires, les latitudes européennes ne possédaient qu'un très-petit nombre de mammifères, elle est loin de s'accorder aussi bien avec la théorie du développement progressif, c'est-à-dire, avec l'hypothèse par suite de laquelle on admet que, considéré sous le point de vue chronologique, l'ordre de préséance qui existe dans la création des animaux, a toujours exactement coïncidé avec l'ordre suivant lequel ils peuvent être ran-

exactement avec celui qu'on observe dans la mâchoire inférieure des didelphes. Ce fossile est très-bien conservé dans une dalle de structure oolithique renfermant des Trigonies et divers autres débris marins. Indépendamment des mâchoires qui sont reproduites ici, on en a trouvé deux ou trois autres encore dans les carrières de Stonesfield. — Voy. Broderip, Zool. Journ., vol. III, p. 408. Owen, Proceedings Geol Soc., Novembre 1838.

gés, eu égard à la perfection ou à la complication de leur structure.

Toutefois, on a supposé que l'ordre des Marsupiaux, auquel sont rapportés les animaux fossiles de Stonesfield, constitue le dernier degré de la classe des Mammifères, et que les individus de cet ordre dont le cerveau est de la forme la plus simple, ont une intelligence extrêmement bornée. Si donc, les Marsupiaux étaient les seuls quadrupèdes à sang chaud qui, jusqu'à la période oolithique, eussent vécu à la surface de notre planète, le fait confirmerait la théorie qui cherche à établir que dans chacune des divisions du règne animal, les formes les plus simples ont toujours précédé les plus compliquées ; mais on voit combien l'appui sur lequel repose cette importante conclusion est peu solide ! L'Australie ne contient, à en juger du moins par les diverses parties qui, jusqu'à ce jour, ont été explorées, d'autres quadrupèdes indigènes que ceux dont, à l'exception de quelques petits rongeurs, se compose l'ordre des Marsupiaux; tandis qu'au contraire, certaines îles voisines, situées au nord de ce continent, et même la partie méridionale de l'Afrique, dont la latitude correspond à celle de l'Australie, abondent en mammifères de toutes sortes, à l'exception des Marsupiaux.

Nous ne pouvons expliquer à quelles lois physiologiques, ou autres, tient la diversité bizarre que pré-

sentent les mammifères vivants dans le choix de leur habitation. Lors même qu'à l'époque de l'oolithe de Stonesfield, l'Europe n'eût été habitée que par des Marsupiaux, il n'y aurait rien d'impossible à ce que des mammifères appartenant à des ordres plus élevés, eussent vécu contemporainement sur d'autres continents. Du reste, quand nulle autre famille n'eût existé alors, cela ne serait point une raison pour attribuer un tel état de la création animale à l'âge peu avancé de notre planète ou du monde animé. Il se pourrait que des causes entièrement inconnues eussent imprimé à la faune récente de l'Australie, un caractère aussi particulier, et que l'influence générale d'un état de choses analogue eût donné lieu, partout, à une prédominance semblable des diverses familles de Marsupiaux.

Quoique postérieures à l'oolithe de Stonesfield, et quoique renfermant un très-grand nombre de débris d'oiseaux, de plantes terrestres, et de grands reptiles, tant terrestres qu'aquatiques, les strates Wealdiennes n'ont encore fourni aucun ossement de Marsupiaux. Quand on admettrait, d'après d'aussi faibles données, qu'aucun quadrupède à sang chaud ne vivait à cette époque sur tout l'hémisphère nord, il resterait encore à rechercher si, dans l'ordre des vertébrés, l'absence complète d'une classe de l'importance qu'a celle des mammifères, et le grand développement de celle des

reptiles, impliqueraient une déviation des lois fixes et uniformes qui se manifestent à travers les vicissitudes de la création animale; — lois analogues à celles qui apparaissent d'un siècle à un autre pour déterminer la croissance de certaines familles de plantes et d'animaux dans les régions arctiques, et favoriser le développement de certaines autres dans les contrées tropicales.

En Australie, dans la Nouvelle-Zélande, et dans plusieurs autres parties de l'hémisphère méridional, où les quadrupèdes terrestres indigènes sont de petite taille, et peu nombreux, comparativement, les reptiles ne se font remarquer non plus ni par leur grandeur, ni par leur nombre. Il se pourrait que les dépôts formés à l'embouchure d'une rivière de l'Australie, sous la zone tropicale, ne continssent d'autres ossements que ceux de quelques petits marsupiaux, qui, comme les fossiles de Stonesfield, ne seraient découverts, par la suite des temps, qu'avec beaucoup de peine par les géologues; mais dans ces mêmes dépôts, on ne rencontrerait ni mégalosaures, ni d'autres débris fossiles, propres à constater que de grands sauriens abondaient sur les continents et dans les eaux, alors que les mammifères étaient très-peu nombreux. Cet exemple ne peut donc nous offrir aucun terme rigoureux de comparaison, par rapport à l'état dans lequel on supposerait le règne animal, lorsque, à l'é-

poque des formations secondaires, l'Europe jouissait d'une température très-élevée.

Néanmoins, il peut être utile de rechercher jusqu'à quel point s'étend l'analogie entre les anomalies qui se remarquent aujourd'hui dans le développement géographique des différentes classes de vertébrés, et la manière d'être qui caractérisait l'organisation animale dont la géologie nous révèle l'ancienne existence. De nos jours, on ne trouve dans les régions arctiques que de petits reptiles ; quelquefois même, cet ordre d'animaux manque complétement dans des contrées remplies d'oiseaux, de grands quadrupèdes terrestres, et de cétacés. C'est ainsi, par exemple, qu'on rencontre des ours, des loups, des renards, des bœufs musqués, des daims, des *walrus*, des veaux marins, des baleines et des narwals, dans des régions couvertes de neige et de glace, où l'on trouve à peine quelques serpents, quelques lézards et quelques grenouilles appartenant aux espèces les plus petites.

Un état de choses plus anomal encore se présente dans l'hémisphère austral. *Aucune* espèce de reptiles ne s'y rencontre, même dans les parties de la zone tempérée, situées entre les 52e et 56e degrés de latitude sud, à la Terre de Feu, par exemple. La région boisée qui se trouve immédiatement au nord du détroit de Magellan, et les îles Falkland, offrent la même particularité. Ces diverses contrées cependant, ren-

ferment des guanacos (espèce de lamas), des conguars, un daim, une grande espèce de renard, plusieurs petits rongeurs, ainsi que des veaux marins, des loutres, des marsouins, des baleines et divers autres cétacés.

Quant aux grandes lois de physiologie animale auxquelles sont subordonnés ces phénomènes remarquables, l'état actuel de la science ne permet pas de les pénétrer. On ne saurait prévoir non plus, si quelque jour un état atmosphérique opposé à celui qui existe à présent, tant à l'égard de la chaleur et de l'humidité que de diverses autres circonstances, amènera, dans la vie animale, un ordre de choses contraire à celui dont on vient de parler, c'est-à-dire, un ordre de choses qui, en favorisant le développement des reptiles de toute espèce et de toute dimension, entraînerait la destruction de tous les mammifères.

C'est dans l'archipel des Gallapagos que se rencontre la faune la plus analogue à de telles circonstances. Ces îles, situées sous l'équateur, à 600 milles (217 lieues) environ, à l'ouest des côtes du Pérou, ont reçu la dénomination de « terre à reptiles, » tant est considérable le nombre de serpents, de grandes tortues et de lézards qu'elles contiennent. Parmi ceux-ci, figure la première espèce vivante, particulière à l'Océan, que l'on ait découverte. Bien que plusieurs de ces îles aient de 3 à 4,000 pieds (900 à

1,200 mètres environ) de hauteur, et que l'une d'entre elles ait 75 milles (27 lieues) de long, on n'y trouve d'autre mammifère indigène qu'une souris de petite espèce. Toutefois, la mer voisine renferme des veaux marins et diverses espèces de cétacés (*).

On ne peut raisonnablement s'attendre à trouver plus d'analogie entre la faune actuellement existante, en quelque partie du globe que ce soit, et celle qui subsistait lors de la formation des terrains secondaires; car on ne doit jamais oublier que la coexistence d'une température moyenne annuelle, semblable à celle qui règne maintenant à l'équateur, et de l'inégalité des jours et des nuits, qu'on observe sous les latitudes européennes, devait constituer un état de choses tout à fait autre que celui qui caractérise l'époque actuelle, et donner lieu à des climats complétement différents de ceux qui dominent aujourd'hui sur le globe. Or, on conçoit sans peine que le type du règne animal et du règne végétal, propre à de tels climats, différerait presque autant de celui qui appartient aux climats actuels, que la flore et la faune de nos régions tropicales diffèrent de celles des contrées arctiques.

Fossiles des formations tertiaires. — L'accumula-

(*) Darwin's Journal, ch. XIX. Éléments de Géologie, p. 462.

tion des strates tertiaires ne s'effectua, ainsi que cela a été déjà établi, que lorsque la géographie physique de l'hémisphère nord eut subi une modification complète ; lorsque, par exemple, une multitude de grands lacs intérieurs se furent formés dans la partie centrale de la France, ainsi que dans plusieurs autres contrées, et que la mer présenta des golfes dans lesquels venaient se décharger de grands fleuves, et où se déposaient des strates analogues à celles du bassin de Paris. La même époque donna aussi naissance à plusieurs formations littorales, telles que les *faluns* de la Loire, et le *Crag* anglais.

Les grandes étendues de terre sèche qui avoisinent les mers et les lacs des périodes tertiaires, expliquent, en très-grande partie, pourquoi les débris d'animaux terrestres, si rares dans les couches anciennes, se rencontrent assez fréquemment dans les dépôts plus récents de l'époque que nous considérons. Cependant, ces dépôts mêmes passèrent quelquefois pour ne contenir aucun débris de mammifères, et cela, longtemps après que la grande quantité de testacés, de poissons et de reptiles fossiles qu'ils renferment, les avait déjà rendus célèbres. Le calcaire grossier, par exemple, qui constitue une des formations marines des environs de Paris, a fourni aux collecteurs plus de 1,100 espèces de coquilles, sans compter des zoophytes, des échinodermes et

des dents de poissons, avant qu'on y ait rencontré les ossements d'un ou deux quadrupèdes terrestres seulement. En Angleterre, les strates qu'on désigne sous la dénomination d'argile de Londres et d'argile plastique, ont été étudiées pendant plus d'un demi-siècle, sans qu'on y ait découvert un seul mammifère. Ce n'est qu'en 1839 qu'on y a trouvé les ossements d'un singe, un opossum, une chauve-souris (*), et une espèce du genre éteint Hyracotherium, voisine de la famille des pécaris ou cochons. Jusqu'alors, on n'y avait observé qu'un très-grand nombre de coquilles (400 espèces environ), 50 espèces de poissons au moins, et plusieurs variétés de chéloniens et de sauriens.

Lorsqu'on passe en revue les strates qui, en Angleterre, sont situées au-dessus de l'argile de Londres, on rencontre d'abord, dans l'île de Wight, et dans des lits appartenant aussi à la période Eocène, des débris de Paléotherium, d'Anoploterium, et de divers autres quadrupèdes éteints, qui offrent la plus grande analogie avec ceux que Cuvier découvrit, le premier, aux environs de Paris, dans des terrains du même âge, et également d'origine d'eau douce.

Après ces strates, vient immédiatement, dans l'ordre

(*) Taylor's Annals of nat. hist. (Annales d'histoire naturelle par Taylor) Nov. 1839.

ascendant de la série britannique, le crag corallin de Suffolk, formation Miocène marine, qui, outre plusieurs espèces de coraux, d'échinites, de foraminifères et de poissons, a fourni 3 ou 400 espèces de coquilles dont 20 pour cent à peu près sont récentes. Jusqu'à présent, on n'y a rencontré aucun débris qui puisse être attribué avec certitude à quelque mammifère.

Au crag corallin succède, dans la série Miocène, un certain sable coquillier, auquel, dans le comté de Suffolk, on a donné le nom de Crag Rouge. On a reconnu dans ce sable, environ 250 espèces de coquilles, dont 30 pour cent, à peu près, sont récentes. Outre ces coquilles, on trouve dans le même sable un très-grand nombre de dents de poissons; mais ce n'est qu'en 1839 que l'on y a découvert des débris de quadrupèdes à sang chaud. Quelques dents de léopard, d'ours, de cochon, et d'une certaine espèce de ruminant, ont été trouvées à Newbourg, dans le comté de Suffolk, et dans des circonstances qui ne permettent guère de douter qu'elles n'aient appartenu à des animaux contemporains du Crag Rouge (*).

Un dépôt plus récent encore est le Crag de Norwich.

(*) Voyez la notice que l'auteur du présent ouvrage et le professeur Owen ont insérée à ce sujet dans « Taylor's Annals of nat. hist., Nov. 1839. »

Cette formation fluvio-marine, qui date de la période Pliocène, contient un mélange de coquilles marines, fluviatiles et terrestres, dont 60 pour cent, à peu près, sont récentes. De plus, elle a fourni, depuis l'époque où elle a commencé à être étudiée, des ossements de mammifères appartenant aux genres mastodonte, éléphant, rhinocéros, cochon, cheval, daim, bœuf et à divers autres encore. Tout porte à croire que les corps de ces animaux avaient été entraînés dans la mer par des cours d'eau venant des continents dont le voisinage est indiqué par la présence de coquilles terrestres et d'eau douce.

Quadrumanes fossiles. — Quoique depuis longtemps déjà on fût parvenu à retrouver un très-grand nombre des mammifères perdus, tant carnivores qu'herbivores, que renferment les diverses formations tertiaires, il n'avait, jusqu'en 1836-1837, été découvert, à l'état fossile, aucun ossement de quadrumanes, tels que des orang-outangs, des makis, des babouins et des singes proprement dits. L'absence totale de ces familles anthropomorphes, au milieu des monuments nombreux qui révèlent l'existence d'un ancien monde, avait conduit quelques naturalistes à supposer que le type d'organisation qui, dans l'échelle zoologique, se rapproche le plus de celui de l'homme, ne lui était que de très-peu antérieur, si, toutefois,

on pouvait admettre qu'il le fût. J'ai déjà essayé de prouver que de telles généralisations étaient prématurées, en établissant dans les premières éditions de cet ouvrage (*), que les ossements observés jusqu'à présent dans les dépôts tertiaires, appartiennent, pour la plupart, à des animaux qui, comme l'éléphant, le rhinocéros, l'hippopotame, le tapir, le cochon, le daim et le bœuf, fréquentent les marais, les rivières ou les bords des lacs, tandis que les espèces qui vivent sur les arbres sont extrêmement rares à l'état fossile. J'ai dit aussi que la science ne possédait pas de données suffisantes pour déterminer dans quel nombre on devait trouver les premiers avant d'en rencontrer un seul des autres. Enfin, j'ai reconnu que le climat des périodes Post-Éocènes, c'est-à-dire, des périodes tertiaires les plus modernes, n'avait pas dû être, en Angleterre, un climat tropical; et que, quant à l'argile de Londres, bien que les crocodiles, les tortues et les fruits fossiles qu'on y trouve, indiquent un climat assez chaud pour l'existence des quadrumanes, nous ne connaissions point assez les Pachydermes Éocènes d'Angleterre pour être surpris que l'on n'ait encore découvert aucun quadrumane dans les formations de cette époque.

(*) Voyez « Principles of Geology, » 1re édition, 1830, vol. I, p. 152, et les éditions suivantes.

Mais depuis 1829, époque à laquelle ces remarques ont été écrites pour la première fois, un grand nombre d'espèces éteintes, observées soit en Angleterre, soit en d'autres pays, sont venues s'ajouter aux mammifères des terrains tertiaires qui figuraient déjà dans les collections; et enfin, de 1836 à 1839, on a trouvé en France, en Angleterre, dans l'Inde et au Brésil, quelques restes de quadrumanes. Ceux de l'Inde, que l'on a reconnus appartenir à plusieurs espèces éteintes de singes, ont été découverts d'abord, près de Saharunpore, par 30° de latitude nord, dans des strates tertiaires dont l'âge n'est pas encore bien déterminé. Quant au fossile brésilien, il provient du bassin du Rio das Velhas, latitude 18° Sud environ, et doit être rapporté à une forme qui, aujourd'hui, ne se rencontre qu'en Amérique. L'espèce en est détruite, mais le genre se rapproche beaucoup du genre Callithrix. Le crâne et les autres ossements que l'on a découverts dans le midi de la France, appartiennent à un gibbon, ou singe sans queue, — espèce qui, par ordre d'organisation, vient immédiatement après l'orang. C'est à Sansan, à quarante milles (15 lieues) environ à l'ouest de Toulouse, par 43° 40' de latitude nord, que ces fossiles ont été trouvés dans des strates d'eau douce, formées probablement lors de la période tertiaire moyenne ou Miocène. Enfin, le quadrumane anglais qui a été découvert en un

point plus éloigné de l'équateur, et dans des strates plus anciennes que toutes celles où l'on avait rencontré les autres fossiles analogues, appartient au genre Macaque, mais l'espèce en est perdue. C'est dans le comté de Suffolk, par 52° de latitude nord (*) qu'il a

(*) Les premiers quadrumanes fossiles découverts dans l'Inde furent observés en 1836, dans les collines de Sewalik, chaîne peu élevée de l'Himalaya, par les lieutenants Baker et Durand, qui en déterminèrent eux-mêmes les caractères ostéologiques (Journ. de la Soc. Asiat. du Bengale, vol. V, p. 739). L'année suivante, d'autres fossiles appartenant à la même classe d'animaux furent trouvés et décrits par le capitaine Cautley et le docteur Falconer. Ils étaient, comme les premiers, engagés dans des couches tertiaires de conglomérat, de sable, de marne et d'argile des Sous-Himalayas. (Ibid., vol. V, p. 379, Nov. 1836, et vol. VI, p. 354, Mai 1837.)

Le quadrumane du Brésil fut découvert en 1837, avec un grand nombre d'autres espèces éteintes d'animaux, par un naturaliste danois, le docteur Lund, entre les rivières Francisco et Velhas, tributaires du Parana.

Le gibbon du midi de la France fut trouvé par M. Lartet, vers le commencement de 1837, près d'Auch, dans une marne d'eau douce, mêlée de calcaire et de sable. C'est à M. de Blainville que l'on doit sa détermination. Les ossements fossiles provenant de ce quadrumane étaient accompagnés de débris de mastodonte, de dinotherium, de paléotherium, de rhinocéros, de ceux d'un paresseux gigantesque, et de divers autres quadrupèdes éteints.

Le quadrumane de la Grande-Bretagne, enfin, fut découvert en 1839 par MM. William Colchester et Searles Wood, à Kyson, près de Woodbridge, dans le comté de Suffolk. Il a été rapporté

été trouvé enchâssé dans l'argile de Londres, formation dont les fossiles, tels entre autres que des crocodiles, des tortues, des nautiles et plusieurs fruits curieux, avaient déjà amené les géologues à conclure que la température de la période Éocène était très-élevée et presque tropicale.

En définitive, le résultat de nos recherches sur l'évidence du développement progressif dans le règne animal et le règne végétal, se résume ainsi en peu de mots. A l'égard des *plantes*, on peut considérer celles qui caractérisent le grand groupe carbonifère comme étant les premières qui méritent une attention réelle, les empreintes que l'on trouve dans quelques-unes des roches fossilifères les plus anciennes, offrant trop peu de netteté pour qu'on puisse en tirer quelque induction utile. Loin de n'être représentées que par les formes les plus simples de la végétation, telles que les cryptogames, les plantes de la période carbonifère appartiennent, au contraire, à toutes les principales divisions du règne végétal. Au nombre même des trois ou quatre cents premières espèces qui ont été extraites du terrain houiller, on compte déjà plusieurs des formes les plus complétement développées,

au genre Macacus par le professeur Owen. (Magasin d'hist. nat., Sept. 1839. Annales d'hist. nat. par Taylor, n° XXIII, Nov. 1839.)

tant parmi les dicotylédones que parmi les monocotylédones. D'après cela, n'est-il pas inutile de poursuivre plus loin cette partie de l'argument?

Si l'on passe ensuite à l'examen des débris d'animaux que renferment les formations les plus anciennes, on trouve des débris et des squelettes de poissons, non-seulement dans le Vieux Grès Rouge, mais aussi dans quelques-uns des calcaires fossilifères primaires ou de transition, inférieurs à cette formation; ce qui revient à dire que l'on rencontre des animaux vertébrés dans les couches les plus anciennes dont, jusqu'à présent, les fossiles aient pu être déterminés avec exactitude.

Quant aux oiseaux et aux quadrupèdes, on n'en trouve ordinairement aucun reste dans les dépôts *marins* de quelque époque que ce soit, dans ceux mêmes où, comme dans le bassin de Paris, sont intercalées des formations d'eau douce qui renferment un très-grand nombre de ces fossiles. Les couches secondaires de l'Europe sont, pour la plupart, marines, aussi n'y connaît-on encore qu'un seul exemple de fossiles appartenant à des mammifères. Ces débris provenant d'individus de deux genres distincts, ont été trouvés dans le schiste de Stonesfield, roche qui fait, ainsi que nous l'avons déjà vu p. 376, incontestablement partie de la série Oolithique; et qui, à en juger par plusieurs circonstances indépendantes de la présence

de ces fossiles, paraît avoir été formée près de l'embouchure de quelque rivière.

Les divers groupes qui constituent la série tertiaire, ne renferment pas tous les mêmes fossiles. Ainsi, par exemple, les strates Éocènes, c'est-à-dire, les couches les plus anciennes de cette série, contiennent les débris d'un grand nombre de mammifères appartenant tous à des espèces éteintes. Dans les strates Miocènes, qui sont plus récentes, on trouve d'autres formes, provenant aussi, pour la plupart, d'espèces perdues, mais différant presque entièrement de celles qui caractérisent les formations Éocènes; enfin, un autre changement se fait remarquer lorsqu'on se livre à l'examen des fossiles appartenant à des périodes plus modernes encore. Mais dans cette succession de quadrupèdes on ne peut découvrir aucun signe d'un développement progressif de l'organisation, — aucune indication qui atteste d'une manière évidente que la faune Éocène était moins parfaite que celle de la période Miocène, ou que celle-ci, à son tour, l'était moins que celle des époques de l'ancien ou du nouveau Pliocène.

De l'origine récente de l'homme.—Si donc la théorie populaire du développement successif de l'organisation animale et végétale, à partir des formes les plus simples jusqu'aux plus parfaites, repose sur une base

aussi mal assurée, on doit se demander si l'origine récente de l'homme prête quelque appui à cette doctrine, ou bien, jusqu'à quel point son influence peut être considérée comme une déviation à l'analogie de l'ordre de choses antérieurement établi, et dont l'effet soit tel que notre confiance dans l'uniformité du cours de la Nature doive en être affaiblie.

Il serait complètement inutile d'insister sur les preuves du peu d'ancienneté de notre espèce, puisque ce fait n'est contesté par aucun géologue éclairé. La seule difficulté réelle consiste à retrouver les signes de l'existence de l'homme sur la terre, lors de l'époque, comparativement moderne, à laquelle les espèces, qui aujourd'hui sont contemporaines de la nôtre, commencèrent à prédominer d'une manière notable. Si donc, parmi les savants, il existe quelque différence d'opinion relativement à la présence, dans certains dépôts, de débris humains et de restes d'ouvrages dus à l'industrie de l'homme, on peut du moins être assuré que ce désaccord n'a jamais lieu qu'au sujet des terrains les plus modernes; car jamais on n'a prétendu que notre race ait coexisté avec des réunions d'animaux et de plantes dont *toutes, ou presque toutes les espèces* sont éteintes? L'histoire et la tradition nous apprennent que telles parties de l'Europe, qui sont aujourd'hui les plus fertiles, et se trouvent assujetties le plus complètement à la domination de

l'homme, étaient, il n'y a pas trois mille ans, couvertes de forêts et peuplées d'animaux sauvages. Or, les archives de la Nature s'accordent parfaitement avec les annales de l'histoire; car il est arrivé quelquefois que dans la partie la plus superficielle de la tourbe on a trouvé des canots de sauvages, avec d'énormes bois de cerfs ou des cornes de taureaux sauvages. Dans les cavernes actuellement accessibles dans diverses parties de l'Europe, on rencontre un nombre prodigieux d'ossements de grands animaux carnassiers; — circonstance qui indique qu'à certaines époques, relativement modernes, l'homme si toutefois la race humaine existait alors, n'avait encore que très-peu exercé son influence sur les animaux (*).

De tous les êtres qui vivent à la surface des continents, il n'en est point qui s'exposent à autant de dangers sur l'eau que l'homme, soit à l'état sauvage, soit à l'état de civilisation (**); et, par conséquent, il n'est pas un seul animal dont le squelette soit aussi exposé à être enfoui dans des dépôts lacustres ou sous-marins. D'un autre côté, on ne peut pas dire que

(*) Voir le second volume de cet ouvrage, relativement à l'ancienneté probable de certains ossements humains et de certains ouvrages d'art trouvés en France, dans plusieurs cavernes, mêlés à des restes d'animaux éteints.

(**) Voyez volume II.

les débris humains se détruisent plus facilement que ceux des autres animaux; car, ainsi que Cuvier l'a observé, les ossements d'hommes que l'on a trouvés enfouis sous d'anciens champs de bataille, n'avaient pas subi une décomposition plus considérable que ceux des chevaux qui étaient enterrés avec eux (*). Mais, en admettant même que les parties les plus solides des débris humains eussent entièrement disparu des couches dans lesquelles ils auraient pu être ensevelis, toujours, au moins, devrait-on y retrouver les empreintes de leurs formes, reproduites sur les roches, à la manière dont on retrouve celles des feuilles les plus tendres de certaines plantes, et les téguments les plus délicats d'un grand nombre d'animaux. Les ouvrages d'art surtout, qui, en général, sont composés des matières les plus indestructibles, se seraient conservés bien plus longtemps encore que la plupart des corps organisés que renferment les roches sédimentaires. De plus, si les catastrophes qui, depuis les temps historiques, ont donné lieu soit à l'enfouissement de certains édifices, et même de plusieurs villes entières sous des amas de matières volcaniques, soit à leur submersion sous les eaux de la mer, soit enfin à leur engloutissement par des tremblements de terre, s'étaient répétées pendant une suite de

(*) Voyez volume II.

siècles indéfinie, la haute antiquité de l'homme se serait trouvée écrite sur l'écorce du globe en caractères bien plus frappants que ceux qui nous révèlent les formes de la végétation dont jadis étaient couvertes les îles de l'océan boréal, ou celles des reptiles gigantesques qui, à des époques plus modernes, peuplaient les mers et les rivières de l'hémisphère septentrional (*).

Le docteur Prichard a conclu que la race humaine n'a pas toujours existé à la surface de la terre, en se fondant sur ce que « les strates dont nos continents sont formés ont fait autrefois partie du lit de l'Océan. » — « Il est évident, dit-il, que le genre humain a eu un commencement, puisqu'on peut se reporter vers l'époque où la surface sur laquelle il vit, commença à devenir telle qu'il pût l'habiter (**). » Cette preuve, toutefois, nous semble insuffisante; car, non-seulement des milliers d'hommes habitent aujourd'hui tels et tels points du globe qui, pendant les temps historiques, ont servi de demeure à des espèces marines, mais, d'un autre côté, la mer occupe actuellement de très-vastes espaces où vécurent jadis des milliers d'êtres de notre race. Or, comme une pareille transformation de terre en mer et de mer en terre ne ces-

(*) Voir volume II.

(**) Phys. hist. of Mankind (Histoire physique du genre humain), vol. II, p 594.

sera jamais d'avoir lieu, tant que les causes actuelles subsisteront, on doit comprendre que les espèces terrestres puissent être plus anciennes que les continents qu'elles habitent, et que, de même aussi, les espèces aquatiques puissent dater d'une époque plus reculée que les mers et les lacs dans lesquels elles vivent.

De l'origine comparativement moderne de la race humaine; résultat sans importance pour la doctrine du développement successif. — Mais ce n'est pas des considérations qui viennent d'être énoncées, que nous pouvons conclure que l'origine de la race humaine est comparativement moderne; il faut nécessairement chercher ailleurs la preuve de ce fait, qui, une fois admis, doit nous amener à demander si l'apparition de l'homme à la surface du globe peut être considérée comme un pas en avant dans le système progressif, en vertu duquel, suivant quelques naturalistes, le monde organique ne cesse de marcher dans une voie de perfectionnement, c'est-à-dire, en passant d'un état plus simple à un état plus parfait. En réponse à cette question, on pourrait objecter d'abord, que la supériorité de l'homme ne dépend pas des facultés et des attributs qu'il partage avec les animaux inférieurs, mais de sa raison, qui l'en distingue. Quand on dit que la race humaine est de beaucoup supérieure à tous les êtres qui ont existé sur la terre

avant elle, c'est de ses facultés morales et intellectuelles que l'on entend parler, et non de son organisation animale; car il n'est point du tout prouvé que cette organisation soit telle que si, au lieu de l'intelligence qui lui appartient, l'homme ne possédait qu'un instinct semblable à celui des animaux inférieurs, il aurait la prééminence sur eux. Cela admis, il devient impossible de soutenir que l'homme doive former, dans la création, le dernier anneau de cette longue chaîne qui unit tous les êtres; car, lors même qu'il y aurait en faveur de la théorie du développement progressif, des preuves géologiques suffisantes, le passage subit de l'état de brute à l'état d'être raisonnable est un phénomène trop différent de celui qui consiste dans le passage des formes inférieures aux formes les plus parfaites, en ce qui ne regarde que l'instinct et l'organisation animale, pour qu'on puisse en déduire une pareille conséquence. Ce serait, en vérité, pousser l'analogie trop au delà des limites qu'il est raisonnable d'admettre, que de regarder un tel pas, ou plutôt un tel saut, comme pouvant s'accorder avec la marche régulière des changements qui s'opèrent dans le règne animal.

Considérations sur les effets produits dans le système, par l'apparition de l'homme à la surface du globe. — Mais laissons de côté la question du développement

progressif, pour nous occuper d'un autre problème, beaucoup plus difficile, auquel donne lieu l'admission du principe de l'origine, comparativement moderne, de l'homme, et demandons-nous si l'apparition de l'espèce humaine sur la terre ne constituerait pas une assez grande déviation dans le cours antérieur des événements physiques, pour que la connaissance de ce fait dût avoir pour résultat de détruire toute confiance dans l'uniformité de l'ordre de la Nature, tant à l'égard des temps passés que des siècles futurs? — si cette circonstance ne se manifestant qu'après que la terre eût été habitée pendant des milliers de siècles par des animaux inférieurs, on ne serait pas autorisé à admettre la possibilité que d'autres changements, non moins extraordinaires ni moins imprévus, dussent arriver de temps en temps? — si, du moment où une cause nouvelle, différant, tant par sa nature que par son intensité, de toutes celles qui auraient agi auparavant, viendrait à se manifester, on ne pourrait pas en conclure qu'à diverses époques, un phénomène semblable s'est déjà produit ou qu'il se reproduira encore à l'avenir; et comment, s'il en est ainsi, une seule période suffirait pour nous faire juger de tous les phénomènes naturels des autres périodes, en supposant même que nous eussions une connaissance parfaite de tous les effets des causes existantes lors de cette première période?

A de telles objections, il n'y aurait rien à répondre, si elles s'adressaient à un partisan du système de l'uniformité absolue et éternelle de la succession des événements sublunaires; — à celui, par exemple, qui serait disposé à s'abandonner aux rêveries philosophiques de certaines sectes égyptiennes et grecques qui représentaient tous les changements matériels et moraux qui s'opèrent dans le monde, comme se répétant à de longs intervalles, et se reproduisant toujours dans le même nombre d'années et dans les mêmes lieux ; — qui, comparant le cours des événements terrestres aux cycles astronomiques, et considérant toutes les affaires de ce bas monde comme étant sous l'influence des corps célestes, prétendaient, en outre, que sur la terre, ainsi que dans les cieux, les mêmes phénomènes revenaient perpétuellement dans un ordre constant. Suivant un tel principe, les mêmes individus étaient appelés à renaître plusieurs fois, et à accomplir sans cesse les mêmes actions. Plusieurs fois aussi, les mêmes arts étaient inventés, et les mêmes villes bâties, détruites, réédifiées et détruites encore. L'expédition des Argonautes devait se reproduire avec ses héros d'autrefois, de même qu'Achille devait renouveler, sous les murs de Troie, les combats chantés par Homère.

« Alter erit tum Typhis, et altera quæ vehat Argo

Delectos heroas : erunt etiam altera bella,
Atque iterum ad Trojam magnus mittetur Achilles (*). »

Tout en rejetant ces idées comme essentiellement absurdes, le géologue doit, toutefois, se garder soigneusement de tomber dans l'excès opposé, en admettant que l'ordre de la Nature ait, dans les temps anciens, présenté un caractère différent de celui qu'il offre de nos jours, et que, probablement, il offrira aux époques futures. Nous n'avons aucune raison de supposer que lorsque l'homme, pour la première fois, devint maître d'une petite partie de la terre, il se fit dans la condition physique de cette portion du globe, un changement plus considérable que celui qu'on observe aujourd'hui dans les lieux qui, jusque-là inhabités, commencent à se peupler. Qu'une colonie européenne nombreuse vienne à débarquer sur les rives de l'Australie, et à y introduire tout d'un coup les arts dont le perfectionnement dut exiger tant de siècles; qu'elle y importe, des extrémités les plus éloignées de la terre, une multitude de plantes et de grands animaux, et détruise, dès son arrivée, un grand

(*) Virgile, Églog. IV.— Pour les détails relatifs à ces doctrines, voyez Dugald Stewart's Elements of the Philosophy of the human mind (Éléments de la Philosophie de l'esprit humain, par Dugald Stewart), vol. II, ch. II, sect. 4, et Prichard's Egypt. Myth. (Mythologie Égyptienne de Prichard), p. 177.

nombre des espèces indigènes, peu de temps suffit alors pour qu'il se produise dans ce nouveau continent une révolution bien autrement considérable que celle à laquelle put jamais y donner lieu la première invasion d'une horde de sauvages, ou leur séjour prolongé pendant plusieurs siècles. Or, si l'on peut supposer que le système reste uniforme quand des révolutions, qui jusque-là ne s'étaient pas encore produites, ont lieu sur certains points, ne peut-on pas aussi admettre, à plus forte raison, que cette uniformité existait lors des premiers âges, à l'époque où l'accumulation et la puissance de l'espèce humaine avaient pris moins de développement, et où les progrès de la civilisation avaient nécessairement une marche moins rapide que celle qu'ils ont actuellement. L'état du globe, immédiatement avant l'apparition de l'homme à sa surface, n'offre-t-il pas quelques rapprochements avec celui de l'Amérique, pendant l'intervalle qui s'écoula entre l'apparition de l'homme en Asie, que l'on regarde comme le berceau de notre race, et l'arrivée des premiers navigateurs sur les rivages du Nouveau-Monde? L'ordre de choses qui subsistait à cette époque ne présente-t-il pas aussi beaucoup de ressemblance avec celui qu'on observe aujourd'hui dans les régions où l'homme n'a pas encore pénétré? Même à présent, ne peut-on pas dire que les eaux des lacs, des mers et du grand Océan, où la vie

s'est développée avec tant d'abondance, n'ont aucun rapport immédiat avec la race humaine, et que ce sont des portions du système terrestre dont l'homme n'a jamais pris et ne pourra jamais prendre possession? — circonstance d'où il suit que la plus grande partie de la surface habitée de notre planète peut rester toujours aussi insensible à la présence de l'espèce humaine, qu'elle l'était avant qu'aucune île ou aucun continent ne devînt notre demeure.

Si le sol stérile des environs de Sydney était, à l'arrivée de ceux qui y fondèrent les premiers établissements, devenu fertile tout à coup; si, comme les îles fortunées dont les poëtes nous ont fait de si brillantes descriptions, ces plages sablonneuses avaient produit soudain d'amples récoltes annuelles, oh! alors, on pourrait supposer que des changements bien plus remarquables encore se seraient manifestés dans l'économie de la Nature, au moment où, pour la première fois, l'homme parut sur la terre. D'un autre côté encore, si, lorsqu'une île volcanique, telle qu'Ischia, par exemple, commença, par les soins et l'industrie d'une colonie grecque, à être livrée à la culture, le feu qui brûlait dans son sein se fût éteint, et si les tremblements de terre auxquels ce foyer donnait lieu eussent cessé, il y aurait eu quelque raison de croire à l'affaiblissement des forces souterraines, lorsque l'homme devint maître du globe. Mais les choses ne

se passèrent point ainsi pour Ischia; car, après un long intervalle de repos, le volcan éclatant avec une nouvelle furie, détruisit la moitié des habitants de l'île et força les autres à émigrer. Cet exemple ne montre-t-il pas évidemment le peu d'influence que l'espèce humaine est capable d'exercer sur l'ordre de la Nature, et ne donne-t-il pas à supposer qu'à l'exception de la présence de l'homme, l'état général du globe n'est autre depuis la création de notre espèce que ce qu'il était immédiatement auparavant.

Les modifications auxquelles l'homme donne lieu dans le système, ne sont donc pas, à beaucoup près, aussi importantes qu'on le pense communément. Ainsi, très-souvent on s'exagère la puissance des moyens qui sont à sa disposition pour opérer la destruction de quelques animaux inférieurs, et pour faciliter la multiplication de quelques autres, tandis que ce pouvoir, non-seulement est circonscrit dans de certaines limites, mais que, de plus, tout porte à croire qu'il n'est pas exclusivement réservé à notre espèce (*). L'accroissement de la population humaine ne peut avoir lieu qu'à la condition de l'amoindrissement du nombre, ou même quelquefois de la destruction complète de certaines espèces animales. Les

(*) Voyez volume IV.

plus grands animaux de proie cèdent, en général, au pouvoir de l'homme; mais il est d'autres quadrupèdes plus petits, qui, de même qu'une multitude d'oiseaux, d'insectes et de plantes, se reproduisent en dépit de nous, et ne paraissent créés que pour nous nuire; les uns s'attaquent à nos aliments, les autres à nos vêtements, et même à nos personnes, tandis que d'autres, enfin, contrarient les travaux de l'agriculture et de l'horticulture. Que de fois, en effet, ne voit-on pas les plus riches moissons obtenues à la sueur de nos fronts, dévorées par des myriades d'insectes dont il est souvent aussi impossible d'arrêter les ravages, que de maîtriser les secousses d'un tremblement de terre, ou d'entraver la marche d'un courant de laves.

Un grand philosophe a observé que ce n'est qu'en obéissant à ses lois, que nous pouvons commander à la Nature. Or, ce principe est vrai, même à l'égard des modifications surprenantes qu'éprouvent certains animaux et certaines plantes, par suite de l'état de domesticité et de culture auxquels ils sont assujettis. Je ferai voir dans la quatrième partie de cet ouvrage que nous ne pouvons arriver à de tels résultats qu'en favorisant le développement de certains instincts, ou en appelant à notre aide la loi mystérieuse de l'organisation des êtres, — loi en vertu de laquelle les particularités indi-

viduelles sont transmissibles d'une génération à une autre (*).

D'après ces considérations et diverses autres encore, il est extrêmement probable que plus le cercle de nos connaissances relativement à notre système s'agrandira, et plus nous serons convaincus que les changements que l'on attribue à l'espèce humaine sont bien plus analogues à ceux qui résultent de l'intervention des autres animaux, qu'on ne le croit d'ordinaire (**). Souvent, quand nous cherchons à établir quelques comparaisons à cet égard, il arrive que nous tombons dans l'erreur, par suite des idées que nous attachons à la grande différence qui existe entre l'instinct des animaux et la raison de l'homme, — idées qui nous portent à conclure trop vite que si deux espèces distinctes sont considérées simplement comme *agents physiques*, les effets de celle qui est douée de raison, et ceux de l'espèce qui en est privée doivent différer presque autant que les facultés qui servent à diriger leurs actions.

Ce n'est pas à dire, toutefois, que l'introduction de l'homme à la surface du globe n'ait pu donner lieu à quelque changement réel dans le cours des événements physiques. Si l'on admettait que la possibilité

(*) Voyez vol. IV.
(**) Ibid.

qu'ont les animaux de s'accommoder en quelque sorte aux circonstances accidentelles, fut telle, à quelque période ancienne, que les opérations de l'instinct présentassent une aussi grande diversité que celles de l'esprit humain, peut-être contesterait-on que l'intervention de l'homme ait constitué une déviation anomale dans l'ordre de choses qui existait avant lui, et pourrait-on dire que l'époque à laquelle la terre commença à servir de demeure à des êtres humains fut une ère à part dans le monde moral, et non dans le monde physique; que la contemplation et l'étude de la terre et des lois qui gouvernent ses productions animées, ne doivent pas plus être considérées comme une déviation, relativement au système, que la découverte des satellites de Jupiter ne dut être regardée, dans le temps, comme un événement physique propre à exercer quelque action sur ces corps célestes; leur influence, à l'égard des progrès de la science parmi les hommes et des avantages qu'en devaient retirer la navigation et le commerce, ne fut accompagnée d'aucune action réciproque de l'esprit humain sur l'économie de la Nature dans ces corps éloignés. Ainsi, on peut supposer qu'à une époque déterminée la terre devint pour l'homme un centre de discipline morale et d'amélioration intellectuelle, sans qu'il y ait eu le moindre dérangement dans l'ordre de choses préala-

blement existant à l'égard de ses productions animées et inanimées.

Toutefois, considérée simplement comme cause efficiente dans le monde physique, la différence qu'on observe entre l'espèce humaine et toutes les autres espèces ne laisse pas d'être réelle; car nos rapports avec les séries contemporaines d'animaux et de plantes sont d'une nature complétement distincte de celle qui caractérise les relations mutuelles que l'on peut supposer avoir jamais existé entre les êtres dépourvus de raison. L'homme exerce sur l'instinct, sur les nombres relatifs et sur la distribution géographique des animaux une influence particulière, et bien supérieure à celle qu'aucun de ces derniers peut avoir sur les autres. De plus, le mouvement progressif qui a lieu dans l'espèce humaine fait que, d'une époque à une autre époque, les diverses générations qui se succèdent diffèrent plus entre elles, sous le rapport de la puissance, qu'aucune des espèces qui font partie des ordres les plus élevés du règne animal ne diffèrent les unes des autres. Or, les faits géologiques démontrant avec la dernière évidence que l'homme, cet être si peu semblable à tous ceux qui l'ont précédé, n'a apparu à la surface du globe que longtemps après d'autres espèces appartenant soit au monde organique, soit au monde inorganique, ne doit-on pas conclure que l'observation, durât-elle des milliers de

siècles, de tous les événements qui peuvent arriver sur ce globe, n'offrirait aux spéculations philosophiques aucune chance de prévoir avec certitude ceux qui doivent survenir?

Si donc un être intelligent, après avoir observé l'ordre des événements pendant une série indéfinie de siècles, était, à la fin, témoin d'une création nouvelle aussi extraordinaire que celle de l'homme, jusqu'à quel point sa croyance dans la régularité du système serait-elle affaiblie? Cesserait-il de supposer qu'il y a eu permanence dans les lois de la Nature, et de prendre pour guide de ses spéculations les règles les plus strictes de l'induction? On peut répondre à ces questions que s'il avait dogmatiquement admis d'abord l'uniformité absolue de l'ordre de la Nature, sa croyance serait sans doute ébranlée par un événement aussi nouveau et aussi imprévu que l'introduction de l'homme sur la terre, et il se formerait une idée plus exacte des limites restreintes de ses propres connaissances, ainsi que de l'étendue sans bornes du plan de l'univers. Il ne tarderait pas à reconnaître qu'aucune des lois fixes et constantes du monde animé ou inanimé n'a été détruite par le fait de la présence de l'homme, et que les modifications alors introduites pour la première fois, étaient la suite nécessaire de circonstances nouvelles et extraordinaires, d'une nature *morale* et non *physique*. Ces modifications

lui paraîtraient aussi légères que possible, relativement à l'accomplissement des nouvelles fins *morales* introduites dans le système, et il verrait à quel point elles sont temporaires, puisque chaque fois que le pouvoir du nouvel agent viendrait à cesser, ne fût-ce même que pour très-peu de temps, un retour à l'ancien ordre de choses aurait lieu. Ainsi, par exemple, après quelques générations, l'animal domestique redeviendrait sauvage, de même que la fleur des jardins et l'arbre à fruit des vergers retourneraient à l'état primitif de leurs espèces respectives.

Or, si l'on peut raisonnablement admettre de telles conclusions pour l'avenir, pourquoi ne les appliquerait-on pas également au passé? Nous n'avons aucun motif pour prévoir dans les résultats des causes futures, des modifications en désaccord avec l'analogie, à moins qu'elles ne soient produites par le développement progressif de la puissance humaine, ou par quelque nouveau rapport qui viendrait à surgir entre le monde moral et le monde matériel. De même aussi, quand on cherche à découvrir quelles sont les vicissitudes que la création animée et inanimée a pu subir dans les temps anciens, on ne doit s'attendre à trouver des anomalies que lorsque l'homme a fait sentir son intervention, à moins que des indications évidentes ne permettent d'entrevoir quelque autre cause *morale* de dérangement temporaire.

CHAPITRE X.

DE L'INTENSITÉ SUPPOSÉE DES FORCES AQUEUSES ET DES FORCES IGNÉES DANS LES TEMPS ANCIENS.

De l'intensité des causes aqueuses. — Des preuves, fournies par les fossiles, de l'accumulation lente des strates.—Du rapport nécessaire entre la dénudation et les dépôts formés à la surface de la terre.— Des blocs erratiques et des effets produits par les glaces.— Des déluges et des causes auxquelles on les rapporte. — De l'universalité supposée des anciens dépôts. — De l'intensité de l'action ignée lors des périodes anciennes. — Des formations volcaniques à toutes les époques géologiques. — De la diversité d'âge des roches plutoniques. — Du développement graduel des mouvements souterrains. — Des failles.

De l'intensité des causes aqueuses. — Le problème important que nous avons examiné dans les chapitres précédents, et qui a pour but de rechercher si les anciennes révolutions du globe que la géologie nous fait connaître ressemblent, par leur nature et leur intensité, à celles qui s'accomplissent de nos jours, peut encore être considéré sous divers points de vue.

Ainsi, par exemple, nous avons à examiner jusqu'à quel point est fondée l'opinion qui attribue aux forces aqueuses et aux forces ignées des temps anciens une énergie bien supérieure à celle qui les caractérise aujourd'hui.

Pour ce qui regarde les causes aqueuses, je rappellerai d'abord ce qui en a été dit à l'article de Woodward, dans l'historique de la science placé en tête de cet ouvrage (voyez p. 84-86). En 1695, Woodward prétendait, et ne craignait pas d'enseigner, que peu de mois avaient suffi pour opérer le dépôt de la masse entière des strates fossilifères que renferme la croûte du globe. Or, comme la cause mécanique et l'origine de ces formations étaient déjà admises, on se croyait autorisé à en conclure que la transformation des masses rocheuses en limon, en sable et en galets, que le transport de ces matières, et leur accumulation en couches régulières, s'étaient effectués avec une rapidité bien plus considérable que celle qui, dans les temps modernes, caractérise la production de ces mêmes phénomènes. Cette doctrine, toutefois, subit diverses modifications à mesure que différentes classes de débris organiques, telles que les coquilles, les coraux et les plantes fossiles furent mieux étudiées. A l'aide de l'analogie, le naturaliste se trouva amené à supposer que le développement complet de chaque individu appartenant soit au règne animal, soit au règne végétal,

avait, de même que la perpétuation de son espèce par la génération, exigé un certain nombre de mois ou d'années pour s'accomplir. Ainsi fut conçue la première donnée d'une unité commune pour la mesure du temps, moyen sans lequel il serait absolument impossible d'apprécier la durée comparative d'une suite quelconque d'événements ayant eu lieu à deux époques différentes. Cette unité consistait dans la durée moyenne de la vie des individus appartenant au même genre ou aux mêmes familles du règne animal et du règne végétal. Quant à la multitude de fossiles que l'on trouvait dispersés dans certaines couches successives, elle indiquait évidemment la perpétuation des mêmes espèces pendant plusieurs générations. Plus tard, l'idée que les espèces elles-mêmes avaient pu avoir une durée bornée, naquit du fait observé, que des groupes de strates, d'âges différents, contenaient des fossiles provenant d'espèces distinctes. Puis, enfin, on en vint à adopter généralement l'opinion que, dans la suite des siècles, un certain assemblage d'animaux et de plantes, après avoir disparu et reparu plusieurs fois, s'était, en définitive, complétement éteint, et avait été remplacé par des espèces nouvelles.

De la dénudation. — Aux preuves que fournissent les débris organiques pour justifier la donnée de l'ac-

cumulation lente des couches sédimentaires, on ajouta non-seulement celles qui peuvent se déduire des diverses formes qu'affecte la stratification, quand ce phénomène est convenablement étudié, mais on supposa, en outre, que la *dénudation*, c'est-à-dire la force que possèdent les eaux des sources, ainsi que les vagues et les courants de l'Océan, pour user, pour détruire les strates supérieures, et mettre à nu les roches inférieures, agissait autrefois avec une rapidité incomparablement plus grande que de nos jours.

Ces opinions, toutefois, étaient aussi peu logiques qu'elles étaient contradictoires, puisque le phénomène de l'accumulation des strates et celui de la dénudation résultant tous deux de la même action, il s'ensuit nécessairement que ce qui a lieu pour l'un ne peut manquer d'avoir lieu pour l'autre. Leur marche est toujours subordonnée aux mêmes causes, et la quantité de matière transportée en une région donnée est toujours en rapport avec celle qui a été déplacée en quelque autre lieu, de sorte que l'ensemble des strates sédimentaires que renferme l'écorce terrestre ne peut jamais surpasser, en volume, la quantité de matière solide qui se trouve enlevée aux diverses roches, et transportée par l'eau courante. Aussi, combien doivent être vastes les espaces que cette action a mis à nu! Combien ne doivent-ils pas surpasser en dimensions celles de toutes les vallées, de

toutes les cavités du globe, quelque nombreuses et quelque immenses qu'elles puissent être! La dénudation, pourtant, a cela de défectueux dans ses résultats appréciables, qu'ainsi que toutes les causes de destruction, elle anéantit les signes de sa propre action; mais, en définitive, la reproduction qui s'opère sous forme de strates sédimentaires, doit toujours donner la mesure exacte de la dénudation que la surface de la terre a éprouvée.

Des blocs erratiques.—Le second phénomène auquel les partisans de l'excessive puissance des eaux courantes, dans les temps passés, en ont appelé, est la grosseur énorme des masses désignées sous le nom de *blocs erratiques*, blocs que l'on trouve disséminés dans les parties septentrionales de l'Europe et de l'Amérique du Nord. Il est certain qu'un très-grand nombre de ces blocs ont été transportés loin du lieu de leur origine, puisque souvent, entre eux et les roches qui leur sont analogues, on rencontre des mers et des vallées profondes, ou des montagnes dont quelquefois la hauteur dépasse mille pieds (plus de 300 mètres). On a cherché à expliquer la position actuelle de ces masses par un déluge de boue venu du Nord, et ayant amené avec lui du sable, du gravier et des fragments de roche, dont quelques-uns auraient pesé plusieurs centaines de tonneaux. On sup-

posait que ce flot, en traversant les continents, avait dispersé irrégulièrement les blocs qu'il entraînait, laissant les uns sur des montagnes, les autres dans des vallées ou dans des plaines, ou les faisant glisser avec effort sur la surface de quelque roche dure, de manière à polir cette surface, et à y tracer des stries parallèles, telles que celles que l'on voit encore sur les roches de la Suède, de l'Ecosse, du Canada, et de divers autres pays.

A en juger par leur poids et par leur volume, il n'y a nul doute que des myriades de ces blocs, tant anguleux qu'arrondis, n'ont pu être transportés ni par des rivières, ni par des courants marins ordinaires. Ce qui, d'ailleurs, vient encore à l'appui de cette opinion, ce sont les signes si évidents, sur plusieurs points, de la durée du temps que nécessita leur dépôt successif; car ils sont souvent disséminés, à diverses profondeurs, dans des amas de sable et de gravier régulièrement stratifiés. Or, comme il n'y a ni vagues marines soulevées par des tremblements de terre, ni débordements de lacs occasionnés soit par des glissements de terrain, soit par des avalanches, qui puissent rendre compte du transport des blocs erratiques, il faut chercher ailleurs l'origine de ce phénomène. J'essaierai de démontrer, dans un des livres suivants, qu'une combinaison de causes encore existantes a pu suffire pour

amener ces blocs dans les lieux où on les trouve aujourd'hui. Ces causes sont le pouvoir de transport des glaces et de l'eau courante, et le soulèvement du lit de l'Océan, qui tend à transformer graduellement la mer en terre sèche. Tout en m'abstenant d'entrer, quant à présent, dans aucun détail relativement à ces causes, je dirai seulement que, de nos jours, des transports de blocs s'opèrent à l'aide des glaces, tant sous les latitudes froides que dans les régions tempérées des deux hémisphères, telles que les côtes du Canada et celles du golfe de Saint-Laurent; dans la Géorgie du Sud, la Patagonie et le Chili. Le lit très-inégal de l'Océan se trouve dans ces parages couvert de fragments de glaçons flottants qui ont échoué sur des hauts fonds, ou sont tombés sur les parties les plus basses du lit de la mer, par suite de la fonte des champs de glace qui les supportaient. Dans les développements que je me propose de donner plus loin au sujet des blocs erratiques, on verra que le transport de ces blocs, par suite de leur adhérence avec des glaçons flottants, a lieu annuellement dans l'Amérique septentrionale; et, qu'ainsi fixés solidement à la glace, ils errent, d'une année à l'autre, du Labrador au Saint-Laurent, atteignant certains points de l'hémisphère occidental, bien plus méridionaux qu'aucune partie de la Grande-Bretagne.

L'absence générale des blocs erratiques dans les

parties les plus chaudes des régions équatoriales de l'Asie, de l'Afrique et de l'Amérique, vient encore confirmer la supposition du transport par les glaces. Quant au polissage et aux stries qu'on observe quelquefois sur certaines roches dures, on a reconnu récemment que ce sont les glaciers qui donnent lieu à ces effets quand, entraînant avec eux du sable, des galets et des fragments de roche, ils déterminent un frottement considérable sur la surface qui leur sert d'appui. D'après cela, il ne peut y avoir aucun doute que les champs de glace n'impriment des marques semblables sur le fond de la mer, lorsqu'ils viennent à y échouer.

Ce qui précède suffira, je pense, pour prouver l'inutilité de recourir à des déluges, ou même à la supposition d'un ancien climat plus froid que celui qui règne actuellement dans l'hémisphère occidental, pour expliquer la distribution géographique de la plupart des blocs erratiques qu'on rencontre en Europe.

Des déluges. — Comme nous avons eu souvent occasion de parler de déluges, je ne puis me dispenser d'entrer dans quelques détails sur les causes auxquelles on peut raisonnablement attribuer ces grands mouvements des eaux. Les géologues qui admettent qu'à plusieurs époques successives des chaînes de

montagnes ont été soulevées tout d'un coup, pensent que, par suite de ces convulsions, les eaux de l'Océan ont pu s'élever au-dessus de leur niveau ordinaire et se répandre avec impétuosité sur la terre ferme, entraînant des continents entiers, creusant en certains endroits des vallées, et transportant à de grandes distances du sable, du gravier et des blocs erratiques. On prétend que le soulèvement subit des Alpes ou des Andes a pu donner lieu à un déluge, même avant que la terre ne devînt la demeure de l'homme. Quoi qu'il en soit, on peut trouver étrange qu'aucun des auteurs qui ont exercé leur imagination sur des conjectures de cette sorte n'aient pas attribué les déluges à la transformation subite d'une partie du lit de l'immense Océan en un haut fond, plutôt qu'au soulèvement des chaînes de montagnes; car on voit aisément que cette dernière circonstance n'aurait d'autre résultat que de déplacer une certaine quantité d'air atmosphérique, tandis que la formation soudaine d'un haut fond aurait nécessairement pour effet de déplacer une masse d'eau considérable, qui, se trouvant élevée à une très-grande hauteur, inonderait une vaste étendue de continent, et en occasionnerait la submersion permanente.

D'un autre côté, si nous nous bornons à considérer les déluges comme étant le résultat de causes encore existantes, celles auxquelles nous devons principale-

ment les attribuer sont, d'une part, le débordement des eaux d'un grand lac situé à une élévation de beaucoup supérieure à celle de la mer; et, de l'autre, la précipitation d'un courant marin sur des terres plus basses que le niveau moyen de l'Océan.

Comme exemple du premier de ces deux cas, nous citerons le lac Supérieur, qui a plus de 400 milles géographiques de longueur sur 150 à peu près de largeur, et dont la profondeur moyenne varie entre 500 et 900 pieds (150 à 275 mètres environ). Le niveau de cette immense masse d'eau dépasse de 600 pieds (180 mètres) au moins celui de l'Océan. Quant à la partie inférieure de la barrière qui sépare la limite sud-ouest du lac, des courants qui vont rejoindre les eaux supérieures du Mississipi, elle n'a pas plus de 600 pieds (180 mètres environ) de haut. Si donc, une série de dépressions partielles venaient à abaisser cette barrière de 600 pieds, il s'ensuivrait que chaque rupture, ou chaque affaissement, ne fût-il que de quelques mètres, occasionnerait l'écoulement subit d'une énorme quantité d'eau dans un bassin hydrographique d'une étendue immense. On conçoit que si un pareil événement arrivait pendant le temps des sécheresses, c'est-à-dire, lorsque les canaux ordinaires du Mississipi et ses affluents sont presque entièrement dépourvus d'eau, l'inondation pourrait n'être pas considérable; tandis qu'au contraire, s'il

avait lieu pendant la saison des débordements, une région assez étendue pour contenir plusieurs millions d'habitants, courrait risque d'être submergée subitement. Cet événement, toutefois, serait encore insuffisant pour déterminer l'irruption des eaux, et pour produire des effets tels que ceux qu'on désigne sous le nom d'effets diluviens; car la différence de niveau entre le lac Supérieur et le golfe du Mexique n'est que de 600 pieds (180 mètres), sur un espace de 1800 milles. D'après l'analogie, on ne saurait admettre le déplacement total de la barrière en une seule fois; il serait beaucoup plus naturel d'attribuer son abaissement soit à une série d'affaissements successifs, soit à une suite de ruptures, et de supposer que le canal de décharge s'agrandit et devient plus profond à mesure que les eaux s'échappent.

L'autre cause à laquelle on peut attribuer les déluges, est l'infériorité du niveau de vastes étendues de terre ferme par rapport au niveau moyen de l'Océan. Après une controverse très-longtemps soutenue, il paraît enfin prouvé que la mer Caspienne est réellement de 95 pieds français, ou 31 mètres environ, plus basse que la mer Noire. La mer Caspienne, dont en général les rivages sont bas et plats, occupe une étendue à peu près égale à celle de l'Espagne, d'où il suit que, sur un espace de plusieurs milliers de milles carrés, le sol doit avoir moins de

95 pieds au-dessus du niveau de cette mer intérieure, et se trouver, par conséquent, déprimé, relativement à celui de la mer Noire et de la Méditerranée. Cet espace renferme plusieurs villes, telles, entre autres, qu'Astrakan, que l'on sait être très-peuplée. Or, on conçoit que si la partie continentale qui sépare la mer d'Azof de la mer Caspienne venait à s'abaisser, les eaux de l'océan envahiraient cette contrée. Toutefois, il est extrêmement probable qu'une pareille submersion ne s'étendrait pas en même temps sur toute la contrée, et que l'affaissement de la barrière étant graduel, l'inondation le serait aussi, et ne s'accomplirait qu'à l'aide d'une suite de petits déluges (*).

(*) Dès le milieu du siècle dernier, on avait soupçonné que la mer Caspienne était plus basse que l'océan, par suite de l'observation qu'on avait faite qu'à Astrakan le mercure se maintient, en général, à une hauteur de plus de 30 pouces (82 centimètres environ). En 1811, MM. Engelhardt et Parrot essayèrent de déterminer la valeur exacte de cette différence de niveau, par une série de mesures barométriques et de nivellements exécutés à travers l'isthme, en deux points différents, près du pied du Caucase. Le résultat de leurs opérations les conduisit à admettre que la mer Caspienne se trouvait à plus de 300 pieds de Paris (97 mètres à peu près) au-dessous de la mer Noire. Mais, plus tard, l'exactitude de ces observations ayant été mise en doute, M. Parrot visita de nouveau les lieux en 1829 et 1830, et conclut d'un second nivellement, que l'embouchure du Don était de trois à quatre pieds (0,97 à 1,30 mètres environ) plus basse que celle du Wolga ; en d'autres termes, que la mer d'Azof, qui communique

De l'universalité supposée des dépôts anciens. — Une autre erreur encore qui a contribué à perpétuer l'opinion que jadis l'action de l'eau s'exerçait sur une échelle bien plus grande qu'aujourd'hui, est fondée sur l'étendue considérable qu'on attribuait aux dépôts homogènes anciens, et aux limites beaucoup plus restreintes qu'on assignait aux strates sédimentaires modernes, supposant que jamais elles n'offraient le même caractère minéralogique, ni les mêmes fossiles, sur un long espace continu. Il est vrai que ceux qui émirent les premiers cette opinion, n'avaient qu'une connaissance fort imparfaite du peu de constance que présente la composition minéralogique des forma-

avec la mer Noire, était réellement plus basse que la mer Caspienne. D'autres observations, non moins contradictoires, ayant encore été faites par d'autres voyageurs, le gouvernement russe invita l'Académie de Saint-Pétersbourg à diriger sur les lieux une expédition (en 1836) pour décider la question, au moyen d'une reconnaissance trigonométrique. C'est d'après ces derniers travaux que la mer Caspienne est considérée aujourd'hui comme étant de 101 pieds russes (31 mètres environ) plus basse que la mer Noire. (Voy., pour les autorités à consulter à ce sujet, Journ. Roy. Géogr Soc., Journal de la Société Royale de Géographie, vol. VIII, p. 135.

Suivant les recherches auxquelles se sont livrés en 1837 M. G. Moore et M. Beek, il paraît que le niveau de la mer Morte, estimé d'après la température de l'eau bouillante, est de 500 pieds français (162 mètres environ) inférieur à celui de la Méditerranée. Ce résultat, du reste, a été confirmé, à 98 pieds (environ 32 mètres) près, par les expériences barométriques du professeur Schu-

tions anciennes, et de l'étendue des espaces sur lesquels s'accumulent, à la longue, les sédiments de même nature que déposent aujourd'hui les rivières et les courants. La constance de caractères que l'on attribuait aux séries anciennes était exagérée, de même que l'extrême variabilité qu'on croyait reconnaître dans les nouvelles était admise sans preuves. Lorsque j'en viendrai à traiter des deltas formés par les rivières, ainsi que de la dispersion du sédiment par les courants, et des récifs de coraux qui, à l'époque actuelle, sont en voie de se former sur des espaces de plusieurs centaines de milles de longueur, j'espère convaincre le lecteur du danger qu'il pourrait y avoir à se livrer

bert, de Munich, suivant lesquelles la différence du niveau serait de 598 pieds (194 mètres environ). Ce dernier observateur a constaté aussi que le lac de Tibériade est de 500 pieds (162 mètres) plus bas que la Méditerranée. Journal Roy, Géograph. Soc., vol. VIII, p. 250 (1).

(1) Il résulte d'une communication faite par M. de Humboldt à l'Académie des Sciences de Paris, le 7 novembre 1842, que les relèvements trigonométriques exécutés au mois de novembre 1841 par le lieutenant Symond, de la marine royale britannique, portent le niveau de la Méditerranée à 1,400 pieds anglais (427 mètres) environ, au-dessous de celui de la mer Morte. Ce chiffre diffère peu de la dépression de 419 mètres que M. de Berton avait, le premier, constatée pour la mer Morte, par l'emploi du baromètre, et de celle de 435 mètres qui ressort des observations barométriques de M. Russegger, publiées dans les Annales de physique de Poggendorf (1841, n. 5, page 186). Ce dernier voyageur avait également constaté par l'emploi du baromètre, que le niveau du lac de Tibériade est inférieur à celui de la Méditerranée de 203 mètres.

Il résulte aussi de la même communication que la dépression du niveau de la mer Caspienne a été enfin réduite, par la grande opération trigonométrique de l'expédition russe, composée de MM. Fuss, Sawitsch et Sabler, à 24,6 mètres. T. M.

à des généralisations prématurées sur un pareil sujet.

Quant à l'universalité supposée de certaines couches anciennes, il était pour ainsi dire inévitable que cette idée, une fois admise, ne se soutînt pas longtemps; car, les mêmes espèces de roches ayant quelquefois été reproduites à des époques successives, il semblait assez naturel que, lorsqu'on n'évaluait l'âge des formations que d'après leurs caractères minéralogiques, on considérât, jusqu'à ce que le contraire fût prouvé, toutes les roches semblables comme appartenant à une seule et même époque, et cela, quand même elles eussent été situées aux antipodes les unes des autres.

Or, il est presque toujours impossible de combattre une telle supposition par des arguments empruntés à la géologie, tant qu'on n'a pas une connaissance parfaite de l'ordre de superposition de ces formations et des débris organiques qu'elles renferment. Ainsi, par exemple, un groupe de marne rouge et de grès rouge, avec sel et gypse, ayant été observé en Angleterre, entre le lias et le terrain houiller, on rapportait à la même période tous les autres grès et marnes rouges associés soit avec du sel, soit avec du gypse, qui se trouvaient non-seulement dans les différentes parties de l'Europe, mais au Pérou, dans l'Inde, dans les déserts salés de l'Asie, dans ceux de l'Afrique, en un mot, sur tous les points du globe. Les preuves n'étaient pas en faveur de ceux qui soutenaient l'identité

de l'âge de tous ces groupes; leur identité sous le rapport minéralogique paraissait offrir un caractère suffisant, et l'on essayait en vain de faire valoir l'improbabilité de l'hypothèse qui admet que jadis toutes les eaux en mouvement sur le globe étaient simultanément chargées d'un sédiment rouge.

Mais lorsqu'on eut reconnu qu'en Europe même tous les grès et les marnes rouges dont nous venons de parler appartenaient à plusieurs époques distinctes, il fallut bien enfin renoncer à soutenir leur identité d'âge. Il a déjà été établi que le grès et les marnes rouges dans lesquels se trouve le sel gemme de Cardona, en Catalogne, peuvent être rapportés à la période de la Craie et du Grès Vert d'Angleterre. On sait aussi que certains grès bigarrés et certaines marnes rouges d'Auvergne, qui, à l'égard de la composition minéralogique, ne peuvent se distinguer du Nouveau Grès Rouge des géologues anglais, appartiennent cependant à la période Éocène; et enfin, que la marne rouge gypseuse d'Aix, en Provence, qu'on prenait autrefois pour un groupe secondaire marin, est considérée aujourd'hui comme un dépôt tertiaire d'eau douce.

La nomenclature généralement adoptée en géologie n'a pas été non plus sans influence pour perpétuer la doctrine erronée des formations universelles. Comment, en effet, en eût-il été autrement, quand on désignait quelques-uns des principaux groupes fossi-

lifères par les noms de Craie, de Grès Vert, d'Oolithe, de Marne Rouge, de Houille, etc., à cause seulement des particularités minéralogiques qui les caractérisaient dans les pays où ils avaient été étudiés pour la première fois ? Quels que fussent les inconvénients qu'offrît la conservation des anciens noms, on jugea cependant à propos de les maintenir, même après que les géologues eurent prouvé, à l'aide des fossiles et de l'ordre de superposition, que telles couches entièrement différentes de telles autres, tant à l'égard de la couleur que de la texture et de la composition, étaient contemporaines de ces dernières. On convenait bien que le mode de désignation en usage était vicieux, mais pour y remédier, on se bornait à prévenir l'élève qu'il devait n'y attacher d'autre signification qu'un sens chronologique, et s'accoutumer à ne pas toujours reporter sa pensée vers une roche crétacée blanche, quand il entendait parler de la Craie, mais se bien pénétrer, au contraire, de l'idée que cette dénomination pouvait tout aussi bien s'appliquer soit à un calcaire dolomitique très-dur, comme celui des Pyrénées, ou à un schiste noir tel que celui de Glaris, et du lac de Thun, en Suisse. De même aussi, on prétendait que le Grès Vert pouvait être représenté en quelques lieux, comme dans le nord de l'Espagne, par du grès rouge, de la marne rouge, du sel et du gypse. Quant à la texture oolithique, on disait que loin de caractériser

toutes les couches de la période dite Oolithique, elle n'offrait parmi elles qu'une exception. D'un autre côté, on se voyait souvent obligé de convenir qu'il n'existait pas une seule particule de matière charbonneuse dans les districts où dominait la vraie série Carbonifère. Toutefois, il était impossible, quelque précaution qu'on pût prendre, d'empêcher que l'usage habituel d'un pareil langage n'accoutumât l'élève à considérer la craie, la houille, le sel, la marne rouge ou la structure oolithique comme étant infiniment plus caractéristiques des roches d'un âge donné, qu'ils ne l'étaient réellement.

Il est encore une autre cause d'erreur qui nous porte à attribuer aux formations sédimentaires récentes des limites plus restreintes que celles qu'on assigne aux anciennes; c'est la position respective des unes et des autres; les premières, étant en général cachées sous les eaux des lacs et des mers, tandis que les autres se montrent au-dessus du niveau des eaux, sur des espaces très-étendus. La Craie, par exemple, qui aujourd'hui se trouve à découvert sur des milliers de milles, en différents points de l'Europe, est devenue visible par l'effet, non d'une seule, mais de plusieurs séries distinctes de mouvements souterrains. Un temps considérable et une longue suite de périodes géologiques ont été nécessaires pour l'élever au-dessus des eaux dans le grand nombre de régions où on la

rencontre; et si les roches calcaires des périodes Éocène ou Miocène ont été formées d'une manière aussi homogène, quant à la composition minéralogique, sur des espaces également étendus, des convulsions aussi nombreuses que celles qui ont eu lieu depuis l'origine de la Craie, devront se manifester avant que ces roches puissent, à leur tour, devenir accessibles à l'observation. Il suit de là que les terrains les plus modernes peuvent paraître très-bornés si on les compare à ceux des périodes anciennes; non à cause de leur peu d'étendue primitive, mais parce qu'il ne s'est pas écoulé, depuis leur formation, un temps suffisant pour donner lieu à une grande série de mouvements ascendants.

A l'égard, cependant, des débris organiques qui constituent un des principaux caractères des roches sédimentaires, plusieurs naturalistes, dont l'opinion fait autorité, pensent que les mêmes espèces de fossiles sont distribuées plus uniformément dans les formations anciennes que dans celles d'origine plus moderne, et que les différentes régions zoologiques et botaniques qui, pour les espèces vivantes, offrent un trait si marqué, n'étaient pas établies lors des périodes anciennes; — opinion qui a conduit à supposer que les plantes du terrain carbonifère, les coquilles et les trilobites des couches Siluriennes, ainsi que les ammonites de l'Oolithe, occupaient une étendue

géographique bien plus considérable qu'aucune espèce vivante d'arbres, de crustacés, ou de mollusques.

Cette opinion peut, jusqu'à un certain point, paraître bien fondée, quoique aucune comparaison n'ait encore été faite entre des assemblages nombreux de fossiles provenant de deux localités très-éloignées l'une de l'autre, avec une exactitude suffisante pour qu'on puisse prononcer sur l'identité d'espèces du tout. On a vu dans la théorie des climats, exposée dans les 7e et 8e chapitres de ce livre, combien certaines modifications dans la position respective des mers et des continents pourraient contribuer à rendre la température du globe plus uniforme, et par suite, la faune et la flore terrestres moins variées qu'elles ne le sont actuellement.

De l'intensité supposée de l'action ignée lors des périodes anciennes. — En se livrant à l'examen soit des forces ignées, soit des forces aqueuses, les géologues ont été forcés de représenter la Nature comme ayant été, aux périodes anciennes, aussi prodigue de violence qu'avare de temps. Or, quoiqu'il soit moins facile de déterminer les âges relatifs des formations volcaniques que ceux des roches fossilifères, on ne peut nier qu'il n'y ait eu production de roches ignées à toutes les périodes géologiques, c'est-à-dire, aussi souvent que l'on voit des dépôts différents caracté-

risés par des débris d'animaux et de végétaux particuliers. On peut très-bien prouver que les roches qu'on désigne ordinairement sous la dénomination de roches trappéennes ont été injectées dans des fissures, et projetées à la surface, tant avant que pendant l'accumulation de la série Carbonifère, et durant les périodes du Calcaire Magnésien et du Nouveau Grès Rouge Supérieur, ou lors de la formation successive du Lias, de l'Oolithe, du Grès Vert, de la Craie, et des divers groupes tertiaires plus récents que la Craie. De plus, certains produits volcaniques peuvent être rapportés aux divisions subordonnées de chaque période; ainsi, dans le comté de Fife, en Écosse, on trouve plusieurs masses de trapp contemporain, dont les unes sont associées aux séries inférieures, et les autres aux séries supérieures du terrain houiller. Si l'on vient à examiner une de ces masses avec attention, on voit qu'elle est formée entièrement des produits provenant d'un grand nombre d'ouvertures successives par lesquelles s'échappèrent, à plusieurs reprises, des scories et des laves qui se consolidèrent ensuite, puis se remplirent de fissures, et finirent par être traversées par des matières fondues constituant ce qu'on appelle des dikes. Ainsi, à mesure que nos connaissances s'étendent à l'égard des roches anciennes produites par la chaleur souterraine, nous nous trouvons de plus en plus amenés à les considérer comme

les effets réunis d'un très-grand nombre d'éruptions dont chacune peut avoir été aussi violente que celles qui ont lieu de nos jours dans les régions volcaniques.

Nous devons le reconnaître, il n'existe encore aucun moyen d'estimer le volume relatif de la matière qui, à deux époques données, a pu se trouver simultanément à l'état de fusion, comme le basalte colomnaire de Staffa et de ses environs, et la lave qui s'est répandue en Islande lors de l'éruption de 1783. Il serait donc aussi imprudent que peu philosophique de prétendre que les anciennes émissions de matière fondue étaient plus considérables que celles qui se sont faites, à diverses époques, dans les temps modernes *. D'un autre côté, il serait plus présomptueux encore de supposer que les effets produits jadis par la chaleur souterraine, à de grandes profondeurs dans l'intérieur du globe, surpassaient les effets correspondants qui s'accomplissent à l'époque actuelle. On admet assez généralement aujourd'hui, que certains porphyres et certains granits sont, ainsi que toutes les formations que l'on désigne ordinairement sous le nom de roches plutoniques, le résultat du refroidissement lent de matières fondues et solidifiées sous une grande pression; et l'on ne saurait douter non plus qu'au-dessous des volcans

(*) Voy. vol. III.

actuels, il ne se trouve de très-vastes espaces remplis de matières en fusion, qui, après être restées pendant plusieurs siècles à l'état incandescent, finiront par se refroidir, se durcir, et cristalliser, lorsque la chaleur souterraine sera épuisée. Des observations faites en 1835 semblent établir que, sous les Andes du Chili, il existe des lacs de lave de plusieurs centaines de milles d'étendue.

Or, partout où les matières fluides contenues dans ces réservoirs, s'en échappent successivement, par des cratères, soit à l'air libre, soit au fond de la mer, le mode d'arrangement qu'elles affectent offre la preuve évidente de la diversité d'époques auxquelles elles furent émises; mais si, après l'extinction de la chaleur, ces mêmes matières se trouvaient converties en roche cristalline ou plutonique, la masse entière semblerait avoir été formée en une seule fois, malgré la multitude de siècles nécessaires à sa fusion et ensuite à son refroidissement

De même qu'aujourd'hui, on a généralement abandonné l'opinion qui tend à faire croire que tout le granit contenu dans l'écorce de la terre avait été produit simultanément lors de l'origine de notre planète, de même aussi, doit-on, d'après ce qui vient d'être dit, se mettre en garde contre l'adoption trop précipitée de cette autre opinion, savoir, que chaque grande masse de granit a été engendrée dans un laps de temps fort court.

Quelques auteurs modernes dont le nom fait autorité, ont soutenu que les roches cristallines, telles que le granit, le gneiss, le micaschiste, le quartzite et diverses autres, avaient été produites en très-grande abondance lors des premiers âges du globe, et que leur formation avait cessé à l'époque actuelle. C'est une opinion que j'essaierai de réfuter dans le treizième chapitre de ce volume.

Du développement graduel des mouvements souterrains. — En se fondant sur ce que les roches anciennes sont plus fracturées et plus disloquées que les nouvelles, on a souvent conclu que les forces souterraines agissaient autrefois bien plus énergiquement qu'aujourd'hui. Mais le résultat ne serait-il pas le même, si la quantité de mouvement eût toujours été constante pour des périodes de temps égales? et ne voit-on pas que, dans ce cas, les strates devraient être d'autant plus bouleversées qu'elles datent d'une époque plus ancienne? Il est vrai de dire que de nombreux exemples prouvent qu'il n'en est pas toujours ainsi; car, d'une part, l'horizontalité d'un grand nombre de formations anciennes, et de l'autre, les contournements, et même quelquefois la verticalité complète de certaines couches beaucoup plus récentes, semblent donner un démenti formel à l'hypothèse de l'uniformité. Ceci, toutefois, n'est qu'un semblant d'anomalie, et dépend,

comme on le verra dans le chapitre suivant, de la manière irrégulière dont l'action volcanique et souterraine affecte successivement différentes parties de la terre, se manifestant quelquefois avec beaucoup de fréquence dans de certaines régions, tandis que pendant le même temps, d'autres contrées sont dans un état de repos absolu.

Si l'on admet le développement graduel et intermittent des éruptions volcaniques dans les temps anciens, on devra naturellement en conclure que les effets les plus sensibles de la force souterraine, tels entre autres que le soulèvement des chaînes de montagnes, ont pour cause plutôt des secousses multipliées d'une intensité médiocre, qu'un petit nombre de convulsions violentes. Il n'est plus personne aujourd'hui qui conteste que ces éruptions ne soient dues aux mêmes causes que les tremblements de terre, et que l'abaissement et le soulèvement permanent du sol; ainsi, en admettant que l'une des deux actions, ou volcanique ou souterraine, a continué graduellement, on arrive nécessairement à cette conséquence que les effets de l'autre ont eu lieu progressivement aussi.

Failles. — Le même raisonnement peut s'appliquer également aux grandes *failles*, c'est-à-dire, à ces phénomènes de soulèvement ou d'affaissement de grandes masses de roches, que l'on a souvent considérés

comme étant l'origine de ces catastrophes terribles qui sont entièrement étrangères au cours ordinaire de la Nature. Comme exemple de ces phénomènes, nous citerons entre autres la faille immense qui existe en Angleterre, et dans laquelle le déplacement vertical est de 600 à 1000 pieds (200 à 300 mètres environ); l'étendue horizontale du mouvement qui l'a produite, a trente milles au moins (11 lieues à peu près); quant à la largeur de la fissure, elle varie entre dix et cinquante pieds (3 et 15 mètres environ), et a, depuis, été remplie de débris de roches. Tel est le fait; mais si l'on vient à rechercher comment une pareille masse s'est élevée ou abaissée subitement, le long des côtés de cette grande ouverture, de plusieurs centaines de pieds au-dessus ou au-dessous de la roche à laquelle, autrefois, elle faisait suite de l'autre côté, alors les preuves font défaut. Les parois polies des failles présentent, dit-on, des rainures dont la direction, très-souvent uniforme, favorise la supposition que le mouvement qui a produit ces failles a été le résultat d'une secousse unique, et non celui de plusieurs ébranlements successifs. Les stries, cependant, ne sont pas toujours parallèles; le plus ordinairement, au contraire, elles sont irrégulières. Quelquefois aussi, les fragments de roches qui occupent le milieu de la faille, ou fissure, laissent apercevoir des traces de polissage, et des stries, dues au

frottement, ce qui indique que plusieurs glissements ont eu lieu depuis que les matières fragmentaires qui remplissent l'intérieur de la fissure, ont commencé à s'y introduire. Il ne faut pas oublier non plus que le dernier mouvement doit toujours tendre à effacer les traces de toute trituration antérieure, si bien que ni l'instantanéité du phénomène, ni l'uniformité de sa direction ne peuvent se déduire du parallélisme des stries produites en dernier lieu.

Quand une fois les roches sont fracturées, les fragments résultant de cette fracture acquièrent une liberté de mouvement en vertu de laquelle ils continuent naturellement à se déplacer dans la même direction, tant que se répète l'action du soulèvement ou de l'abaissement. La masse supérieure s'affaisse toujours suivant les lignes de moindre résistance, c'est-à-dire, suivant les lignes où se sont opérées les premières ruptures. En définitive, tout porte à croire que les effets de mouvements réitérés, soit de bas en haut, soit de haut en bas, qui se produisent dans les failles, ne peuvent se distinguer de ceux qui résultent d'un soulèvement ou d'un affaissement unique et instantané. On pourrait, du reste, en dire autant du soulèvement ou de l'abaissement de certaines masses continentales, telles que la Suède et le Groënland, où l'on sait que le mouvement du sol a lieu d'une manière lente et presque insensible.

Quant à la difficulté de réduire à des limites très-bornées le temps nécessaire à la formation des grandes failles et des chaînes de montagnes, le lecteur s'en rendra compte plus aisément lorsqu'il aura parcouru les dernières pages du chapitre XII.

CHAPITRE XI.

RÉFUTATION DE LA DOCTRINE QUI ADMET, DANS LE MONDE ORGANIQUE, DES PÉRIODES ALTERNANTES DE TRANQUILLITÉ ET DE BOULEVERSEMENT, ET DES RÉVOLUTIONS SOUDAINES.

Exposé des faits qui ont donné lieu à cette doctrine. — Autre explication de ces faits, reposant sur l'uniformité, et la succession continue des changements qui s'opèrent soit dans le monde organique, soit dans le monde inorganique. — Des diverses manières de considérer ce sujet : 1° sous le rapport de l'organisation vivante, de l'extinction des espèces, et de l'apparition de nouveaux animaux et de nouvelles plantes à la surface de la terre ; 2° sous le rapport des changements que déterminent, dans l'écorce du globe, les mouvements souterrains qui, après s'être fait longtemps sentir en de certaines régions, viennent ensuite à se manifester sur d'autres points ; 3° enfin, sous le rapport des lois qui président à la formation des strates fossilifères, et au changement des points où se déposent les matières sédimentaires. — Dernières remarques et conclusions sur l'influence combinée de ces divers modes et causes de changement pour donner lieu à des interruptions et à des lacunes dans la chaîne des monuments géologiques. — Ces lacunes sont indépendantes des révolutions et des catastrophes tant générales que locales, qui ont eu lieu dans le monde organique.

Origine de la théorie des périodes alternantes de repos et de bouleversement.—On a remarqué avec raison que,

lorsqu'on classe les formations fossilifères par ordre chronologique, elles offrent une suite de monuments extrêmement imparfaite et discontinue. Ainsi, par exemple, on voit certains systèmes de strates horizontales passer, sans aucune gradation intermédiaire, à d'autres systèmes excessivement inclinés; — des roches ayant une certaine composition minéralogique, succéder à d'autres roches qui présentent des caractères tout différents; — et enfin, des couches renfermant tels ou tels débris organiques, faire suite immédiatement à d'autres couches dans lesquelles, souvent, toutes les espèces, et la plupart des genres, sont différents. Ces défauts de continuité sont, du reste, si fréquents parmi les formations fossilifères, qu'ils doivent être considérés comme règle, plutôt que comme exception, et que plusieurs géologues les regardent comme une des preuves les plus concluantes en faveur de la soudaineté des révolutions qui ont eu lieu, soit dans le monde organique, soit dans le monde inorganique. Suivant les hypothèses de quelques auteurs, l'histoire ancienne de notre planète présente une suite de périodes alternantes de repos et de bouleversement : les premières se prolongeant pendant des siècles, et offrant un état de choses analogue à celui qui existe de nos jours; les autres se faisant remarquer par leur courte durée et par des paroxysmes; donnant naissance à de nouvelles montagnes, à de nouvelles

mers et à de nouvelles vallées; anéantissant certains êtres organisés, et les remplaçant par d'autres.

Le but que nous nous sommes proposé dans le présent chapitre a été de prouver que ces idées théoriques n'ont pu surgir d'une interprétation judicieuse des monuments géologiques. Bien que l'on ne puisse nier que l'écorce solide du globe renferme une chaîne chronologique de documents naturels, à laquelle manquent plusieurs anneaux, il n'en est pas moins certain que la considération attentive de tous les phénomènes conduira nécessairement à reconnaître que, dès l'origine, la série était incomplète;— que, par suite des temps, elle l'est devenue plus encore; — qu'une grande partie de ce qui reste est inaccessible à l'observation, et que même, sur la faible portion à laquelle nous pouvons atteindre, les neuf dixièmes n'ont pas encore été explorés.

De quelle manière les faits peuvent être expliqués en admettant une suite uniforme de changements. — Le meilleur moyen, peut-être, de convaincre le lecteur qu'il n'est pas nécessaire de recourir à de grandes et soudaines révolutions pour expliquer l'ordre géologique des événements qui ont eu lieu successivement à la surface de la terre, est de lui montrer comment une suite régulière et non interrompue de changements dans le monde organique et inorganique peut

déterminer, dans la série des roches stratifiées, les lacunes et les discordances que certains naturalistes considèrent comme une des preuves les plus irréfragables des grands bouleversements et des violentes catastrophes qu'ils croient s'être manifestés jadis. Il est, je pense, à peu près inutile de dire que l'ordre supposé des événements doit être en harmonie avec toutes les conséquences que les géologues peuvent déduire rationnellement de la structure de la terre, et qu'il doit également s'accorder avec les changements qui sont actuellement en voie de s'accomplir, soit dans la création vivante, soit dans la création inorganique. Bien que dans l'état actuel de la science il puisse être nécessaire de suppléer hypothétiquement à l'explication de quelques parties du cours supposé de la Nature, ce ne doit être, toutefois, qu'à la condition que ces hypothèses, loin de s'écarter des règles des probabilités, s'accorderont toujours analogiquement avec ce que l'on sait de l'ancien ordre de choses, et de celui qui, à l'époque actuelle, règne dans notre système. Quoique la discussion d'un sujet de cette importance ne soit guère à la portée des commençants, nous espérons pourtant qu'elle aura pour eux l'avantage d'exciter leur curiosité, de les préparer à lire avec fruit quelque traité élémentaire de géologie, et de les mettre à même de sentir quelle influence les changements actuellement en voie de s'opérer sur la terre, auront nécessairement

sur cette science. D'un autre côté, il peut être utile aussi de les aider à apprécier la connexion intime qui existe entre la partie de cet ouvrage dans laquelle j'ai traité des changements relatifs à la Nature inorganique, et celle qui est consacrée à l'examen des modifications que les corps organisés peuvent éprouver.

Or, pour suivre le plan que nous venons d'énoncer, nous examinerons dans ce chapitre : 1° la marche des modifications que le monde animé est exposé à subir ; 2° l'action que les mouvements souterrains exercent à la longue sur l'écorce du globe ; et 3° les lois par suite desquelles s'opère le dépôt des sédiments.

DE L'UNIFORMITÉ DES CHANGEMENTS CONSIDÉRÉS D'ABORD RELATIVEMENT A LA CRÉATION VIVANTE.

A l'égard des changements qu'on observe dans la création vivante, nous remarquerons d'abord que tous les géologues sont d'accord sur ce que les strates sédimentaires qui forment en partie l'écorce du globe, peuvent se diviser en plusieurs groupes, plus ou moins dissemblables entre eux, tant sous le rapport de leur composition minéralogique, que sous celui des débris organiques qu'ils renferment. La conséquence que l'on a généralement déduite de l'étude et de la comparaison de ces groupes fossilifères est, qu'à diverses époques successives, les mers et les conti-

nents ont été habités par des familles distinctes d'animaux et de plantes, et que les types organiques des formations récentes ont plus d'analogie avec les espèces qui vivent de nos jours, que ceux des roches anciennes. Si nous examinons ensuite l'état actuel de la création animée, nous trouvons qu'au lieu d'être arrivé aujourd'hui à un point stationnaire et invariable, il est, au contraire, sujet à des modifications incessantes, et que plusieurs causes tendant à l'extinction des espèces, agissent de manière à démentir la doctrine qui admet leur durée indéfinie. Toutefois, il y a si peu de temps que l'histoire naturelle est cultivée d'une manière vraiment profitable pour la science, que l'on ne peut citer jusqu'à présent qu'un très-petit nombre d'exemples d'extinction locale, et un seul, peut-être, d'extinction absolue : encore, ces rares exemples ne s'offrent-ils que dans des lieux où l'homme a fait sentir son influence. Quoi qu'il en soit, il paraît évident, d'après les faits et les arguments qui se trouvent détaillés dans la quatrième partie de cet ouvrage, que l'homme n'est pas le seul agent de destruction qui existe à la surface de la terre : la multiplication et la diffusion graduelle de chaque animal ou de chaque plante contribuent aussi à l'anéantissement des espèces. On verra, en outre, dans cette quatrième partie, que la moindre modification dans la géographie physique et dans le climat du globe tend à produire

le même effet. Quand, poussant encore plus loin l'investigation, nous venons à nous demander si, de temps à autre, de nouvelles espèces ne seraient pas substituées à celles qui s'éteignent, et s'il n'y aurait pas quelques lois destinées à régir ces nouvelles créations, nous apercevons bientôt que l'époque à laquelle remontent les observations humaines est de beaucoup trop courte pour fournir les données nécessaires à la solution d'une aussi grave question. La seule conséquence à laquelle il nous soit possible d'arriver, c'est que l'introduction successive des nouvelles espèces peut former une partie constante de l'économie du système terrestre, sans que nous devions prétendre à aucune preuve directe à l'appui d'un tel fait. On concevra aisément que l'apparition de nouvelles espèces ait pu avoir lieu souvent sans être remarquée, si l'on considère que le nombre des plantes et des animaux connus a, de mémoire de personnes vivantes, augmenté au point d'avoir doublé dans quelques classes, et quadruplé dans d'autres. La suite de cet ouvrage (Voy. vol. IV) démontrera aussi que s'il est vrai que les espèces dérivent originairement de souches isolées, il doit être toujours plus aisé de prouver que telle ou telle espèce qui, jadis, abondait sur un point donné, a cessé d'exister, que d'assigner l'époque à laquelle telle ou telle autre espèce a, pour la première fois, apparu à la surface du globe. Si donc il n'y a encore, jusqu'à présent,

qu'un seul exemple non équivoque d'extinction, qui est celui du dronte, comment pourrions-nous raisonnablement espérer de connaître le moment de la première apparition de quelques espèces nouvelles?

De l'origine récente de l'homme, et du rapport graduel entre les fossiles tertiaires de diverses époques, en partant d'une faune éteinte comparée à la faune vivante.— Cependant, si l'on demande à la géologie des faits qui viennent à l'appui de la supposition que dans les temps les plus modernes, c'est-à-dire, après que la plus grande partie de la faune et de la flore actuelles furent établies sur la terre, une espèce nouvelle est venue s'ajouter à celles qui existaient déjà, l'homme lui-même peut être désigné comme en fournissant un exemple; car, considéré géologiquement, l'homme peut passer pour un être nouveau, né d'hier seulement, et cela, tant à l'égard de l'histoire ancienne du monde organique, que par rapport à l'état particulier de la création animée dont il fait partie. Le peu d'ancienneté de son apparition à la surface du globe est attestée par l'absence de tout débris d'êtres de son espèce, et de restes d'ouvrages dus à son industrie, non-seulement dans les strates qui renferment des fossiles provenant d'espèces éteintes, mais aussi dans un grand nombre des couches les plus nouvelles, et

dont tous les fossiles se rapportent à des espèces encore vivantes.

Pour mettre le lecteur à portée d'apprécier la valeur de cet argument, je vais indiquer les données qui ont été fournies par les couches les plus récentes, sur les changements qu'a subis le monde organique, à l'époque immédiatement antérieure à l'introduction de l'homme sur la terre.

En suivant les diverses séries de formations fossilifères, depuis les plus anciennes jusqu'aux plus modernes, les premiers dépôts dans lesquels on rencontre des débris organiques offrant une analogie intime avec la faune actuelle de certaines parties du globe, sont ceux que l'on désigne ordinairement sous le nom de dépôts tertiaires. Il n'est pas jusqu'aux plus anciennes de ces formations, celles qui constituent la période Éocène, dont quelques-uns des testacés n'appartiennent à des espèces encore vivantes, quoique la plupart de ces coquilles soient éteintes aujourd'hui, de même, très-probablement, que tous les vertébrés qui leur sont associés. Aux formations Éocènes succèdent un grand nombre de dépôts plus modernes dont les fossiles s'éloignent graduellement du type Éocène, pour se rapprocher de plus en plus de celui de la création vivante. Dans l'état actuel de la science, c'est surtout à l'aide des coquilles que l'on parvient à établir les différences zoologiques qui distinguent les

couches sédimentaires les unes des autres, car les testacés sont, de toutes les classes d'animaux, les plus généralement répandus à l'état fossile ; c'est, du reste, par cette raison qu'on les a comparés à des médailles naturelles destinées à rappeler la chronologie des événements passés. Les formations Miocènes qui succèdent immédiatement aux couches Éocènes, renferment un nombre considérable d'espèces récentes. Celles-ci, toutefois, se trouvent encore en minorité dans ces dépôts, mais elles y sont associées à plusieurs fossiles que l'on observe aussi dans les formations de l'époque précédente. Viennent ensuite les strates Pliocènes dans lesquelles les espèces qui sont contemporaines de l'homme commencent à dominer. Dans les plus modernes de ces couches, les neuf dixièmes des fossiles sont analogues aux espèces qui, de nos jours, habitent encore les mers adjacentes.

En passant ainsi des formations les plus anciennes du système tertiaire aux plus nouvelles, on rencontre plusieurs lacunes, mais aucune d'elles ne forme une ligne de démarcation bien tranchée entre les divers débris organiques que renferment ces terrains. Aucun signe n'indique la terminaison brusque d'une faune et d'une flore quelconques, ou la subite apparition de formes nouvelles et entièrement distinctes de toutes les formes précédentes. Bien qu'il

soit impossible de démontrer géologiquement la transition insensible qui, suivant toute probabilité, existe entre la faune de la période Éocène et la faune récente, on peut du moins affirmer que plus on étendra et plus on perfectionnera les observations relatives aux formations européennes, plus on apercevra de continuité dans la série et plus on se trouvera graduellement amené des temps où beaucoup de genres, et presque toutes les espèces étaient éteintes, à ceux où il existait à peine une seule espèce qui n'ait aujourd'hui son analogue vivante.

Dans la description que nous avons donnée de la carte d'Europe (p. 336), nous avons déjà parlé des grandes révolutions physiques que la surface de cette partie du monde a éprouvées pendant les périodes auxquelles il vient d'être fait allusion. Des changements analogues continuèrent à se manifester jusqu'à l'époque où les testacés récents prédominèrent à l'exclusion presque entière des espèces éteintes. C'est ainsi qu'en Sicile on observe un plateau très-élevé et plusieurs collines qui, recouverts de calcaire, et atteignant parfois jusqu'à la hauteur de 3000 pieds (900^{m} environ), renferment quatre-vingt-dix pour cent de testacés fossiles identiques, sous le rapport des espèces, à ceux qui vivent aujourd'hui dans la Méditerranée. Ces strates calcaires sont, ainsi que certaines couches argileuses du même âge, coupées

par des vallées profondes, qui, formées peu à peu par la dénudation, n'ont varié d'une manière sensible ni en largeur, ni en profondeur, depuis l'époque où la Sicile fut, pour la première fois, érigée en colonie par les Grecs. Il est à remarquer, de plus, que ce calcaire, qui occupe un rang si peu ancien dans la chronologie géologique, fut employé à la construction des temples de Girgenti et de Syracuse, dont les ruines nous transportent à une époque extrêmement reculée de l'histoire du genre humain. Mais, si déjà nous nous perdons en conjectures sur le nombre de siècles qui durent s'écouler avant que ces formations se trouvassent élevées de plusieurs milliers de pieds au-dessus du niveau de la mer, que sera-ce donc si nous considérons le temps beaucoup plus long encore qu'exigea leur accumulation sous les eaux?

Formations post-tertiaires antérieures à l'homme. — Aucun débris humain, ni aucun reste d'ouvrages exécutés de main d'homme, n'ont encore été trouvés dans la formation Sicilienne dont nous venons de parler, non plus que dans aucune autre couche renfermant une faible proportion d'espèces récentes. Mais ce qui est bien plus extraordinaire encore, c'est l'absence de ces mêmes débris dans les dépôts plus modernes auxquels on peut donner le nom de post-tertiaires, par suite de l'identité des fossiles qu'ils contiennent, avec des es-

pèces actuellement vivantes dans les mers voisines. Quelques-unes de ces couches ont reçu la dénomination de « Rivages soulevés, » en raison de la position qu'elles occupent, à de médiocres hauteurs, sur les côtes d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande. La Scandinavie offre, sur une plus vaste échelle, d'autres exemples du même genre. Tels sont principalement les lits de sable et d'argile que l'on observe à Uddevalla, en Suède, à la hauteur de 200 pieds (60^{m} environ); — près de Christiania, en Norwége, à 400 pieds (120^{m}) d'élévation; — et jusqu'à 6 ou 700 pieds (180 ou 210^{m}) d'altitude, en d'autres lieux plus septentrionaux encore. Ces lits sableux et argileux qui se rencontrent dans un district granitique et gneissique où ils remplissent des cavités, doivent offrir la plus grande analogie avec les dépôts coquilliers qui de nos jours sont en voie de s'accumuler dans les fiords de la Norwége. La quantité dont, à l'époque actuelle, le sol de la Scandinavie s'élève, dans un temps donné, est beaucoup trop irrégulière, en divers points, pour servir à apprécier avec certitude le minimum de temps nécessaire pour le soulèvement du granit qui est la roche fondamentale, et pour son recouvrement par des coquilles marines, jusqu'à de telles hauteurs; mais en admettant pour cette quantité, la moyenne la plus forte possible, cinq ou six pieds (1^{m} 52 ou 1^{m} 83) par siècle, la période en question ne laisserait pas d'être

encore très-considérable ; et, de même que l'époque antérieure de submersion, elle semble avoir précédé l'introduction de l'homme, sinon à la surface entière du globe, du moins dans les régions où s'accomplit le phénomène dont nous venons de parler.

Le centre de l'Europe renferme aussi quelques formations post-tertiaires fluviatiles dans lesquelles l'absence de tout débris humain est d'autant plus à remarquer que, lors de leur dépôt, ces couches devaient, suivant toute apparence, être entourées de terre ferme. C'est au limon, ou *loess* du bassin du Rhin que je fais allusion ici. Ce dépôt doit avoir commencé à combler peu à peu la grande vallée du Rhin, à l'époque où les eaux de ce fleuve, et les terres environnantes, se peuplèrent de mollusques terrestres et d'eau douce appartenant aux espèces actuelles. De grandes quantités de cendres provenant de quelques-unes des dernières éruptions des volcans de l'Eifel, tombèrent pendant que ce limon fluviatile se déposait, et s'y *interstratifièrent*. Mais quand ces volcans se trouvèrent épuisés, la vallée fut de nouveau excavée, et réduite, dès avant l'apparition de l'espèce humaine, à la forme qu'elle affecte aujourd'hui. L'étude de ce limon coquillier révèle, comme on le voit, l'histoire d'une longue suite d'événements qui se manifestèrent après que les testacés actuellement vivants eurent commencé à habiter le continent européen, et qui se terminèrent

sans qu'on trouve aucune trace de l'existence de l'homme, dans cette partie du globe.

En résumé, ne voit-on pas d'après tous les faits qui précèdent, qu'en descendant de l'époque la plus récente jusqu'à la période Éocène, on arrive, par degrés, de la faune actuelle, contemporaine de l'homme, à une faune fossile complétement différente? Cet examen rétrospectif n'a pas encore, il est vrai, permis d'apercevoir de transition parfaite entre la faune récente et la faune éteinte en dernier lieu ; mais il existe un si grand nombre d'espèces communes aux groupes qui, dans l'ordre de superposition, se suivent immédiatement, qu'il y a tout lieu de croire que non-seulement la série des êtres organisés n'offre aucune lacune considérable, mais qu'en outre, nulle crise ne s'est jamais manifestée quand une classe quelconque de ces êtres s'est éteinte, et a fait place subitement à une autre. Or, cette analogie nous étant présentée par la période de l'histoire du globe qui peut le mieux se comparer avec l'ordre de choses actuel, et qui peut être mieux étudiée qu'aucune autre, on se trouve amené naturellement à cette conclusion, savoir, que l'extinction et la création des espèces n'ont jamais été, et ne sont encore à présent que le résultat d'un changement lent et graduel dans le monde organique.

DE L'UNIFORMITÉ DES CHANGEMENTS CONSIDÉRÉE, EN SECOND LIEU, RELATIVEMENT AUX MOUVEMENTS SOUTERRAINS.

Nous allons passer maintenant à l'examen de la seconde considération relative au sujet que nous nous sommes proposé de traiter dans ce chapitre. Le lecteur verra plus loin, d'après l'énumération qui a été faite, dans la troisième partie de cet ouvrage, de tous les tremblements de terre dont l'histoire a gardé le souvenir, que certaines contrées ont, de temps immémorial, éprouvé des secousses aussi violentes que multipliées, tandis que d'autres, qui forment la partie la plus considérable du globe, n'ont, du moins en apparence, ressenti aucun mouvement. Dans les régions où ces convulsions se sont manifestées, les roches ont été brisées, le sol s'est fendu et crevassé, des abîmes se sont ouverts, et de vastes étendues de terrain ont été soulevées ou abaissées, de manière à se trouver au-dessus ou au-dessous de leur ancien niveau. Dans les régions qui ont été à l'abri de ces convulsions, quelques parties sont restées complétement immobiles; mais, ainsi que la comparaison de plusieurs mesures faites à des époques diverses, a mis à même d'en juger, d'autres régions, comme la Suède, ont éprouvé un mouvement insensible d'élévation, ou subi, comme le Groënland, une dépression excessivement

lente. Quant à la continuation de ces mouvements, durant plusieurs siècles, elle se trouve attestée par l'observation. Ainsi, pour ce qui regarde la Suède, par exemple, on a remarqué que le sol qui jadis formait le fond de la Baltique et de l'Océan, a été soulevé de plusieurs centaines de pieds au-dessus de la marque des hautes eaux, tant sur la côte orientale que sur la côte occidentale. Cet exhaussement qui, dans les temps historiques, ne s'est pas augmenté de plusieurs brasses, avait atteint, avant cette période, un accroissement considérable, ainsi qu'on peut le reconnaître par la présence, sur quelques points de l'intérieur situés à plusieurs centaines de pieds d'élévation, de dépôts remplis de coquilles fossiles appartenant à des espèces qui, à l'époque actuelle, habitent la mer Baltique ou l'Océan.

Bien qu'en général, les preuves relatives à un affaissement lent et graduel soient infiniment plus difficiles à établir que celles d'un soulèvement de même nature, nous espérons pourtant que le lecteur, après avoir pris connaissance de la théorie par laquelle nous avons cherché plus loin à expliquer la forme des récifs circulaires de coraux, et des îles à lagune intérieure (*), sera bien convaincu qu'il existe à la surface du globe des régions de plusieurs milliers de milles de circonfé-

(*) Voyez volume IIe.

rence, dans lesquelles un mouvement de dépression a eu lieu pendant un certain nombre de siècles, sans que jamais cet abaissement se soit manifesté subitement d'une manière notable, par exemple, de quelques centaines de pieds à la fois. Cependant, l'étude de la géologie fait voir que la persistance des mouvements souterrains, dans la même direction, n'a pas été continuelle pendant toute la durée des temps anciens. Le niveau de plusieurs régions a éprouvé de grandes oscillations, par suite desquelles ces régions ont été submergées jusqu'à la profondeur de plusieurs milliers de pieds; puis, longtemps après, soulevées et mises à sec de nouveau. De même aussi, les contrées actuellement en repos n'ont pas toujours été dans cet état; et plusieurs de celles qui aujourd'hui sont le théâtre de tremblements de terre souvent répétés, ont joui jadis de longs intervalles de tranquillité. Toutefois, malgré ces alternances de repos et de convulsion, il n'y a eu, depuis les temps les plus reculés, ni dislocation générale dans l'écorce du globe, ni révolution à sa surface, ainsi que semble le prouver l'horizontalité parfaite que conservent, sur de vastes espaces, quelques-unes des strates fossilifères les plus anciennes.

Conséquences déduites de la discordance de certaines couches. — Une des preuves les plus évidentes de

l'action des forces souterraines en différentes parties du globe, à des périodes successives, dérive naturellement de la discordance de certaines strates appartenant à des groupes d'âges divers Comme exemple de cette discordance, nous citerons les lits schisteux de l'ancien système Silurien, qui, sur les limites du pays de Galles et du Shropshire, se montrent contournés, et même quelquefois verticaux, au contact des couches horizontales de grès et d'argile carbonifères qui leur sont superposées. Tous les géologues accordent que les couches inférieures ont dû subir, dans ce cas, un grand dérangement avant que le dépôt des lits supérieurs se soit formé, et que ces derniers n'ont jamais éprouvé de mouvements bien violents. D'un autre côté, il y a tout lieu de croire que le dérangement des strates sous-jacentes n'a été que local, puisqu'un grand nombre de roches du même âge ne sont ni contournées, ni verticales. Sur divers points de l'Europe, et entre autres près du lac Wener, dans la partie méridionale de la Suède, certains lits de ce même système Silurien conservent la plus parfaite horizontalité; il en est de même des calcaires, et des argiles schisteuses qui se trouvent dans le grand district lacustre du Canada et des États-Unis. Ils sont encore aussi plats et aussi horizontaux que lorsqu'ils ont été formés; et cependant, depuis leur origine, non-

seulement la plupart des chaînes actuelles de montagnes se sont élevées, mais les roches qui constituent ces montagnes ont été formées elles-mêmes.

Rien ne serait plus facile que de multiplier à l'infini, pour des formations d'autres époques, de semblables exemples de discordance; mais il suffira, je pense, d'en citer deux ou trois. Les strates houillères que nous signalions tout à l'heure comme se montrant horizontales sur les confins du pays de Galles, deviennent verticales dans les collines de Mendip, situées dans le Somersetshire. Là, les lits sur-jacents du Nouveau Grès Rouge sont horizontaux, mais ce grès, à son tour, se recourbe et s'incline dans les Wolds du Yorkshire, où il sert d'appui à des bancs de craie horizontaux, lesquels, se redressant sur les flancs des Pyrénées, présentent une assise verticale aux couches tertiaires qui les recouvrent en stratification discordante.

Du rapport entre le dérangement local de quelques couches avec l'uniformité générale des formations. — Comme presque toutes les contrées de la terre offrent des exemples de phénomènes analogues à ceux dont nous venons de parler, on conçoit que les partisans de la théorie des périodes alternantes de tranquillité et de révolutions aient dû chercher à s'appuyer de ces faits pour prouver que toutes les régions du

globe ont successivement été bouleversées par des tremblements de terre et livrées pendant des siècles à un état de repos complet. Mais ne pourrait-on pas affirmer avec une égale vérité que les différentes parties de l'Europe ont eu alternativement l'hiver et l'été, bien que chacune de ces deux saisons se fasse toujours sentir dans quelque partie du globe, et que ni l'une ni l'autre ne règne jamais simultanément sur toute la terre. Elles ont constamment changé, allant d'une place à une autre; mais les vicissitudes qui reviennent ainsi chaque année dans le même lieu, n'ont rien de commun avec l'uniformité invariable que présentent les saisons sur toute l'étendue de notre planète.

De même, à l'égard des mouvements souterrains, la théorie de l'uniformité constante de l'action qu'ils exercent sur l'écorce terrestre n'a rien qui puisse empêcher d'admettre l'alternance de leur développement et de leur suspension pendant des périodes de temps indéfinies, sur des espaces limités.

DE L'UNIFORMITÉ DES CHANGEMENTS CONSIDÉRÉE, EN TROISIÈME LIEU, RELATIVEMENT A L'ACCUMULATION DES DÉPÔTS SÉDIMENTAIRES.

Il nous reste maintenant à étudier les lois qui président à l'accumulation des strates nouvelles. En

examinant la surface du globe, on voit qu'elle se divise en parties couvertes et en parties non couvertes de sédiment; c'est-à dire, en d'autres termes, qu'à un moment donné, certains espaces servent de récipient aux matières sédimentaires, et d'autres, au contraire, ne reçoivent aucun dépôt. Ainsi, par exemple, aucune strate nouvelle ne s'accumule sur les parties sèches des continents, qui, par cette raison, restent d'une année à l'autre sans altération; tandis que le fond des mers et des lacs se recouvre, en certains endroits, de limon, de sable et de galets qu'y déposent annuellement les rivières et les courants. Il se forme aussi dans quelques mers, ou en plein Océan, des masses considérables de calcaire, composées presque entièrement de coraux et de coquilles.

De la non-accumulation des sédiments sur les parties sèches des continents. — Quant aux parties sèches des continents, loin de servir de réceptacle à de nouveaux dépôts de sédiment, presque partout elles sont exposées à la destruction. Quelque épaisse et quelque majestueuse que soit une forêt, quelque nombreux que puissent être les quadrupèdes, les oiseaux et les insectes qui y font leur séjour, rien de tout cela ne saurait empêcher qu'après dix mille années d'existence, une mince couche de terre végétale ne soit, peut-être,

l'unique représentant des milliers, ou plutôt des myriades d'arbres, de feuilles, de fleurs et de fruits dont, au temps de sa splendeur, cette forêt se trouvait remplie, ainsi que des débris sans nombre de tous les animaux, des oiseaux, des quadrupèdes, des reptiles qui l'habitaient. Bien plus, si le sol où jadis elle s'élevait, venait à être submergé, peu d'heures suffiraient pour que les vagues de la mer entraînassent la mince couche de terre qui le recouvrait, et il n'en resterait plus d'autres traces que la teinte légèrement rembrunie qu'elle communiquerait à la couche voisine de marne, de sable, ou de toute autre matière récemment déposée, sur laquelle elle se répandrait. Les choses se passent exactement de même dans les parties de la mer où il ne s'accumule point de sédiment : c'est-à-dire, que des plantes marines, des zoophytes, des poissons, et même des coquilles, peuvent s'y multiplier pendant plusieurs siècles, et se décomposer ensuite, sans laisser aucune trace de leur forme ou de leur substance. Leur destruction, quoique plus lente en s'opérant sous l'eau, est cependant aussi certaine, et quelquefois aussi complète que si elle avait lieu à l'air libre. Ces corps, toutefois, ne pourront rester indéfiniment à l'état fossile, à moins qu'ils ne soient enchâssés dans quelque gangue impénétrable à l'eau, ou qui, du moins, ne permette pas un libre passage à ce liquide, ordinai-

rement imprégné d'une petite quantité d'acide carbonique ou autre. Quelquefois il peut arriver que la nature minéralogique de la gangue, ou la superposition d'une couche imperméable mette obstacle à l'introduction de l'eau dans cette même gangue, et garantisse ainsi le corps qui s'y trouve renfermé. Au cas contraire, et lorsque rien ne s'oppose à sa destruction, il se dissout complétement, et disparaît molécule par molécule, à moins que le phénomène de la pétrification, c'est-à-dire, du remplacement de la matière organique par quelque matière minérale, ne vienne à se produire.

Les arbres fossiles et les plantes terrestres que l'on rencontre dans les couches de tous les âges, attestent qu'aux périodes géologiques anciennes, il y a eu des continents, aussi bien que des mers. Les coquilles lacustres et fluviatiles, les insectes et les ossements d'amphibies ou de reptiles terrestres que l'on trouve également dans un très-grand nombre de strates, conduisent tout naturellement à la même conclusion. Enfin, l'existence de certaines étendues de terre sèche à toutes les diverses périodes des temps passés implique, comme nous le disions tout à l'heure, l'idée des dépôts sédimentaires partiels, ou leur délimitation à de certains espaces. Or, comme ces espaces ne sont pas toujours les mêmes, je crois qu'un des premiers points

sur lesquels je dois appeler l'attention du lecteur, est le déplacement que d'une région à une autre ils sont susceptibles d'éprouver.

Je ferai observer d'abord que les changements relatifs aux points où les sédiments se déposent sont indépendants des mouvements souterrains. D'une année à une autre année, ou d'un siècle à un autre siècle, il se produit toujours quelques légères variations. Le sédiment du Rhône, par exemple, qui se dépose dans le lac de Genève, est transporté aujourd'hui à un mille et demi (un peu plus d'une demi-lieue), au delà du lieu où il s'accumulait au dixième siècle, et à six milles (2 lieues environ) du point où le delta commença originairement à se former. On peut prévoir, d'après ces données, l'époque à laquelle le lac sera comblé, et, par suite, le moment où la distribution du sédiment se trouvera subitement changée; car, dès que le comblement sera effectué, le sable et le limon venant des Alpes, au lieu de se déposer près de Genève, seront transportés à près de 200 milles (70 lieues environ) plus au sud, à l'endroit où le Rhône entre dans la Méditerranée.

Dans les deltas des grands fleuves, comme ceux du Gange et de l'Indus, le limon, pendant plusieurs siècles, n'arrive à la mer que par un seul bras; mais lorsque celui-ci est comblé, force est au sédiment de se frayer une nouvelle issue par un autre bras du

fleuve, et c'est ainsi qu'il entre dans la mer à une distance de 50 ou 100 milles (20 ou 40 lieues) du point où il commença à s'y déposer.

La direction des courants marins est aussi sujette à quelques changements, par suite de divers accidents, tels que l'amoncellement de nouveaux bancs de sable, ou l'érosion des falaises et des promontoires.

Toutes ces causes de changement dans les lieux où s'accumulent les sédiments sont entièrement subordonnées aux grands mouvements de soulèvement ou d'abaissement du sol dont nous avons déjà parlé, comme se manifestant sur de vastes étendues du globe. Par suite de ces mouvements, certains espaces sont progressivement submergés, ou mis à sec graduellement. Dans l'un de ces deux cas, l'action du dépôt sédimentaire peut se reproduire tout à coup, après être restée interrompue pendant plusieurs siècles, de même que dans l'autre, elle peut cesser subitement, après s'être exercée pendant un laps de temps très-long.

Causes de changement dans le caractère minéralogique des groupes sédimentaires successifs.—Lorsque après un long intervalle de temps, un nouveau dépôt vient à se former, les couches qui en résultent diffèrent beaucoup ordinairement des dernières couches sédimentaires déposées dans le même lieu, surtout si les

roches anciennes ont éprouvé quelque dérangement, parce que cette circonstance impliquerait un changement dans la géographie physique de la contrée depuis le transport antérieur des sédiments sur le même point. Toutefois, il se pourrait que lors même que le groupe inférieur serait horizontal et concordant avec les strates supérieures, il différât complétement de ces dernières, sous le rapport du caractère minéralogique, et cela, par suite de l'altération survenue dans l'état physique de quelques régions lointaines depuis la formation du premier dépôt. Ainsi, par exemple, il se pourrait que dans ces régions, des roches, jadis recouvertes, eussent été mises au jour par la dénudation; que des volcans eussent, en éclatant, jonché le sol de scories et de laves; que des lacs nouveaux se fussent formés par suite de quelque affaissement, et que d'autres changements eussent donné un caractère minéralogique particulier aux matériaux transportés à la mer par les rivières de ces contrées.

Personne n'ignore que le sédiment dont est chargé le courant du Mississipi est d'une autre couleur que celui de l'Arkansas et de la rivière Rouge, dont les eaux ont une nuance rougeâtre, due à la présence d'un limon rouge provenant de roches porphyriques, situées « au loin vers l'ouest, » qu'elles entraînent avec elles. « Les eaux de l'Urugay, qui

baignent une région granitique, sont, dit Darwin, limpides et noires ; celles du Parana sont rouges (*). Le limon que charrie l'Indus est, suivant Burnes, d'une nuance argileuse ; celui du Chenab, rougeâtre, et celui du Sutledge, plus pâle (**). Les mêmes causes qui déterminent les différences sensibles qu'on observe dans les sédiments respectifs de ces rivières, malgré le peu de distance qui parfois les sépare, peuvent donner lieu à une dissemblance complète entre les eaux d'une même contrée, à des époques différentes, comme celles surtout qui précèdent et suivent quelque grande révolution dans la géographie physique de cette contrée. Il est inutile, je pense, d'ajouter que les courants marins sont assujettis aux mêmes modifications, soit par la formation de nouveaux hauts-fonds, soit par l'émersion ou par la submersion de quelque île, soit enfin par la destruction graduelle des côtes voisines, par l'extension de nouveaux deltas, par l'accroissement des récifs de coraux et par divers autres changements encore.

Des causes auxquelles doivent être attribuées les différences qu'on observe dans les fossiles des groupes sédi-

(*) Darwin's Journal, p. 163.

(**) Journ. Roy. Geograph. Soc., vol. III, p. 142.

mentaires successifs. — Si les raisons que j'ai précédemment exposées paraissent suffisantes pour admettre l'extinction continue des espèces, et leur remplacement par des espèces nouvelles, il s'ensuivra que les fossiles de strates formées sur le même point, mais à deux époques éloignées l'une de l'autre, offriront des différences encore plus marquées que celles que présentent les caractères minéralogiques de ces mêmes strates; car il est arrivé quelquefois qu'après un long espace de temps, des roches de même nature se sont formées de nouveau sur un même point, tandis qu'aucun fait n'atteste que des espèces qui ont une fois disparu de la surface du globe s'y soient jamais reproduites. La submersion d'un continent doit donc souvent être accompagnée d'un commencement de production d'un nouveau groupe de dépôts sédimentaires, caractérisés par un nouvel ensemble d'animaux et de plantes fossiles, tandis que la transformation du lit de la mer en terre ferme peut arrêter tout d'un coup, et pour un temps illimité, la production de tout monument géologique. Enfin, si une fois encore le sol s'affaisse sous les eaux, de nouvelles couches se forment aussitôt. Mais, comme dans l'intervalle des deux submersions, une, ou même plusieurs révolutions entières ont pu s'accomplir, soit dans le règne animal, soit dans le règne végétal, il n'est pas étonnant que les fossiles de ce dépôt et ceux

de la formation précédente diffèrent complétement entre eux.

Conditions nécessaires pour qu'une série de strates fossilifères ait été originairement sans lacunes.—Si, d'après les motifs que nous avons déjà fait connaître, nous attribuons certains changements du monde organique à la création et à la destruction lente et successive des espèces, nous serons bientôt convaincus qu'un concours extraordinaire de circonstances pourrait seul donner lieu à une série de couches telle qu'il la faudrait pour rendre témoignage du passage graduel d'un état particulier de la vie organique à un autre état. Mais la production d'une telle série ne nécessiterait rien moins que les conditions suivantes : 1° la non-interruption de l'accumulation du sédiment dans la même région, pendant un laps de temps très-long; 2° une disposition telle que la conservation des corps qui s'enfouiraient dans ce dépôt, fût permanente; 3° enfin, son affaissement successif pour prévenir le comblement, et, par suite, la conversion en terre ferme du lac ou de la mer où il se formerait.

On verra dans le chapitre qui traite des récifs de coraux (*) que la plupart de ces conditions, si même ce n'est toutes, se trouvent remplies dans certaines

(*) Voir volume II.

parties de l'Océan Pacifique et de la mer des Indes. L'accroissement constant du corail, d'accord avec l'abaissement du fond de la mer, semble s'y être produit si lentement et pendant un si long temps, qu'il y a tout lieu de croire que cette portion du globe nous offrirait les traces d'un changement graduel dans la vie organique, s'il nous était possible d'explorer sa géologie sous-marine. Maintenant, supposons qu'au lieu de l'accroissement du calcaire corallin, il se forme, en quelque autre endroit, un dépôt continu de sable et de limon fluviatiles, tels que ceux que le Gange et le Barrampooter ont transportés, pendant plusieurs milliers d'années, dans la baie de Bengale, et nous comprendrons comment une partie de cette baie, tout en étant d'une profondeur considérable, pourrait se trouver comblée avant qu'un changement appréciable se fût opéré dans l'organisation des poissons, des mollusques et des divers autres habitants de la mer et du continent voisin. Mais si le fond de cette partie de l'Océan s'affaissait proportionnellement à la quantité dont l'élève le limon fluviatile qui s'y dépose, il serait impossible que la baie se transformât en terre ferme. Dans ce cas, de nouvelles couches pourraient se succéder sur une épaisseur de plusieurs milliers de pieds, et les fossiles des lits inférieurs différer considérablement de ceux des strates supérieures, quoique chaque

gradation intermédiaire pût être indiquée par le passage d'un ancien ensemble d'espèces à un autre plus nouveau. Cependant, lors même qu'une telle suite de monuments géologiques se produirait sans interruption dans certains points de la mer, et que les couches qui en feraient partie seraient de nature à garantir de toute décomposition les fossiles qui y seraient enfouis, à combien de changements encore ces formations sous-marines ne resteraient-elles pas exposées avant de pouvoir être soumises à notre investigation? Il faudrait d'abord que le dépôt entier fût soulevé de plusieurs milliers de pieds, pour que sa base se trouvât au jour; puis, que durant son émersion, les couches supérieures ne fussent pas complétement détruites par la dénudation.

Or, nous ferons observer, en premier lieu, qu'il y a trois à parier contre un qu'à raison de la grande étendue de l'Océan, qui occupe, comme on sait, les trois quarts de la surface du globe, cette émersion ne s'effectuera pas. Cependant, si malgré une chance aussi défavorable, elle venait à s'opérer, on reconnaîtrait bientôt que cette difficulté n'était pas la seule qui existât; car, pour que la masse dont il s'agit pût nous fournir des données suffisantes, il faudrait encore qu'elle fît partie de l'espace déjà observé par les géologues, et cet espace ne comprend peut-être,

Digitized by Google

tout au plus, que la dixième partie de la terre. Ainsi, ce n'est donc que sur cette faible fraction, encore très-imparfaitement connue, de l'étendue totale du globe, que nous pouvons avoir l'espoir de rencontrer un groupe de strates qui, outre son peu d'étendue primitive, ait dû encore être amoindri par l'action destructive de la dénudation.

Et c'est pourtant parce qu'on ne rencontre point à chaque pas des exemples de gradation bien suivie d'un monde organique à un autre, que tant de géologues embrassent la doctrine qui admet de grandes et subites révolutions dans l'histoire de la création animée. Pour faciliter les classifications, non contents de faire prévaloir les vides, les lacunes qui, de temps à autre, interrompent la continuité de la série chronologique telle qu'on a pu l'établir jusqu'à présent, ils déduisent de la multiplicité de ces interruptions dans la chaîne des monuments géologiques, un mode irrégulier de succession qu'ils appliquent aux événements eux-mêmes qui ont eu lieu, soit dans le monde organique, soit dans le monde inorganique. Mais, outre que plusieurs des anneaux de cette chaîne sont perdus aujourd'hui, et que d'autres se trouvent hors de notre portée, il y a tout lieu de croire qu'à l'origine même elle n'était pas complète. On peut admettre, sans doute, qu'en tout temps des strates nouvelles se sont produites, soit en un lieu

soit en un autre, et que, par conséquent, aucun moment ne s'est passé sans que la Nature n'ait ajouté une page à ses archives; mais on doit se rappeler aussi qu'il sera toujours impossible de former un corps d'histoire suivi, à l'aide de monuments originairement isolés et répandus d'une manière éparse sur le globe; car, de même que les diverses espèces d'êtres organisés qui habitent simultanément des régions très-éloignées, sont distinctes les unes des autres, de même aussi les fossiles de la première période d'une série que l'on observerait dans un pays quelconque, comme l'Amérique, par exemple, n'auraient rien de commun avec ceux d'une seconde période, que l'on observerait dans l'Inde; et il suit de là, que ces corps ne pourraient pas plus nous mettre à même d'apercevoir les traces d'un changement graduel dans la création vivante, qu'un fragment de l'histoire chinoise ne pourrait servir à combler une lacune dans les annales politiques de l'Europe.

On ne peut, quant à présent, prévoir avec certitude si plusieurs des grandes solutions de continuité qui existent aujourd'hui dans la table chronologique des roches fossilifères, disparaîtront un jour complétement, ou bien jusqu'à quel point elles diminueront. La lacune que dans la Grande-Bretagne on observe entre les fossiles du Lias et ceux du Calcaire Magnésien se trouve remplie en Allemagne.

par la faune et la flore si riches du Muschelkalk, du Keuper et du Bunter Sandstein, groupes dont l'âge est précisément intermédiaire a celui de ces deux premiers, ainsi que l'on peut en juger par leur position entre des formations dont les débris organiques s'accordent parfaitement avec ceux du Lias et du Calcaire Magnésien.

Jusqu'à ces derniers temps, les fossiles de la houille se trouvaient séparés, par une ligne de démarcation très-tranchée, de ceux du groupe précédent, désigné sous le nom de groupe Silurien; mais des découvertes récentes ont mis au jour dans le Devonshire, en Belgique, dans l'Eifel et en Westphalie, des débris appartenant à une faune intermédiaire. L'anneau qui, dans ces différentes localités, rétablit la continuité de la chaîne, se compose en très-grande partie des coquilles, des poissons et des coraux fossiles du groupe Dévonien, ou groupe du Vieux Grès Rouge. Plusieurs espèces de cette faune sont communes au Vieux Grès Rouge et aux roches Siluriennes sous-jacentes, tandis que d'autres se rencontrent et dans le Vieux Grès Rouge et dans les formations houillères. Il n'est guère possible de préjuger si jamais on parviendra à diminuer, de la même manière, la lacune qui aujourd'hui encore sépare, en Europe, les périodes Crétacée et Éocène; mais ce qui, d'après les motifs que nous avons déjà exposés, paraît extrêmement probable, c'est

qu'il existera toujours quelques lacunes de ce genre dans certaines parties des séries sédimentaires.

Dernières remarques sur l'accord entre la théorie des changements graduels et l'existence des grandes lacunes que l'on observe dans la série des roches fossilifères. — Pour terminer ce qui nous reste à dire sur ce sujet, nous supposerons qu'un changement lent, relatif aux espèces, est en voie de se produire simultanément sur tous les points habitables des mers et des continents, tandis que la fossilisation des plantes et des animaux est limitée aux espaces sur lesquels se forment de nouvelles strates. Or, nous avons vu que les dépôts qui donnent lieu à ces strates ne se font pas toujours aux mêmes endroits; ils vont sans cesse, au contraire, s'accumulant en de nouvelles places, de sorte que l'on peut considérer l'acte de la fossilisation, qui nous représente l'état particulier du monde organique à diverses époques, comme visitant successivement, et à plusieurs reprises, différents lieux du globe.

Pour rendre ce mode d'action plus sensible encore, je le comparerai à un cas à peu près analogue dont la réalisation pourrait avoir lieu dans le cours des événements humains. Supposons que la mortalité de la population d'une vaste contrée représente l'extinction successive des espèces, et que, d'un autre côté, la naissance des individus nouveaux représente l'in-

troduction des espèces nouvelles. Admettons aussi que pendant l'accomplissement graduel de l'un et de l'autre de ces mouvements dans la population, des commissaires délégués pour visiter successivement les diverses provinces du pays, viennent faire le recensement exact du nombre, des noms et de toutes les particularités distinctives des habitants de ces provinces, laissant dans chaque district un registre renfermant tous ces renseignements. Si, lorsqu'un de ces recensements est achevé, on vient à en faire un autre immédiatement après, sur le même plan, puis un autre et encore un autre, on conçoit qu'à la fin, chaque province possédera sa série de documents statistiques. Quand ceux qui se rapportent à une même province sont disposés par ordre chronologique, le contenu de tels recensements placés à côté de tels autres diffère, suivant la durée du temps qui s'est écoulé entre les époques où ils ont été faits. Si, par exemple, il y avait soixante provinces, et que tous les registres se trouvant remplis en une seule année, il fallût les renouveler annuellement, il arriverait que le nombre de naissances et de morts, comparé à celui de tous les habitants, serait si petit pendant l'intervalle compris entre deux recensements consécutifs, que les individus mentionnés dans ces documents seraient à très-peu près les mêmes. Si, au lieu de cela, l'examen de chacune de ces soixante provinces occupait tous

les commissaires durant une année entière, c'est-à-dire, de telle sorte qu'ils ne pussent les visiter de nouveau qu'au bout de soixante ans, il y aurait alors discordance presque entière entre les personnes inscrites dans la même province sur deux registres consécutifs. Mais le temps n'est pas la seule cause qui soit capable de produire un pareil effet. Une maladie pestilentielle, par exemple, peut accidentellement diminuer la durée moyenne de la vie humaine, comme un concours de circonstances particulières peut, au contraire, occasionner un plus grand nombre de naissances, et donner lieu ainsi à l'accroissement de la population, — résultat qu'amènerait également la colonisation subite d'une province, par suite de l'émigration d'une partie des habitants des districts voisins.

Ces circonstances exceptionnelles peuvent se comparer aux fluctuations soudaines qui se manifesteraient dans la faune et dans la flore d'une région quelconque, si le climat et la géographie physique de cette région venaient à éprouver quelque altération considérable.

Mais je dois rappeler au lecteur que, dans la comparaison qui précède, je n'ai pas eu la prétention d'établir un parallélisme rigoureux entre l'exemple que j'ai choisi et les phénomènes géologiques que je désire rendre sensibles; car les commissaires que j'y ai fait intervenir sont supposés visiter les diverses pro-

vinces successivement et à tour de rôle, tandis que le mode d'action à l'aide duquel s'opère la fossilisation des débris organiques, quoique variant d'un point à un autre, est pourtant très-irrégulier dans ses mouvements. Il peut abandonner et visiter plusieurs fois les mêmes points, avant de se faire sentir ailleurs. Indépendamment de cette cause d'irrégularité, il serait fort possible que, tandis que l'action qui donne lieu à l'accumulation des sédiments se trouve interrompue, elle fût remplacée par la dénudation, que l'on peut comparer à la destruction accidentelle à laquelle quelques-uns des documents dont nous parlions tout à l'heure pourraient être exposés, soit par suite du feu ou de toute autre cause. Il est évident que dans les lieux où de tels accidents se produisent, une discontinuité considérable peut avoir lieu dans la série des couches sédimentaires, et que les formations qui se suivent immédiatement ne doivent pas se trouver équidistantes entre elles, dans l'ordre chronologique.

Ce raisonnement une fois admis, la différence accidentelle qu'on observe dans les débris fossiles des formations en contact immédiat, deviendra une conséquence nécessaire des lois qui président à l'accumulation des dépôts sédimentaires et aux mouvements souterrains, ainsi qu'à l'anéantissement et au renouvellement perpétuel des espèces.

Comme toutes les conséquences sur lesquelles

nous avons cru devoir insister sont en contradiction directe avec les opinions qui, de nos jours, dominent encore, nous pensons qu'une nouvelle comparaison peut être nécessaire pour empêcher la fausse interprétation de notre argument. Supposons donc que l'on vienne à découvrir deux villes englouties au pied du Vésuve, immédiatement superposées l'une à l'autre, et séparées par une masse de tuf et de lave, ainsi qu'il en serait de Portici et de Résina, si, enfouies sous les cendres du volcan, elles venaient à recouvrir Herculanum. Ne serait-il pas naturel que, d'après les inscriptions des édifices publics, un antiquaire qui visiterait ces villes, se crût autorisé à conclure que les habitants de celle qui se trouverait placée à la partie inférieure, ou la plus ancienne, étaient Grecs, et ceux de l'autre Italiens? Mais, si partant de ces mêmes données, il allait jusqu'à supposer qu'un brusque changement de langue eut lieu en Campanie, c'est-à-dire, que l'on y passa, sans aucune transition, du grec à l'italien, son jugement serait alors trop précipité, ainsi qu'il le reconnaîtrait lui-même, si, plus tard, au lieu de deux villes, il en trouvait *trois* qui eussent été englouties successivement, et dont l'une, celle qui occuperait le milieu, serait romaine, tandis que, comme dans l'exemple précédent, la première serait grecque, et l'autre italienne. Reconnaissant la

fausseté de sa première opinion, il commencerait à soupçonner que les catastrophes qui entraînèrent l'ensevelissement de ces villes pourraient bien n'avoir aucun rapport avec les changements observés dans le langage de leurs habitants; et, qu'ainsi que la langue romaine avait été évidemment intermédiaire entre le grec et l'italien, de même plusieurs autres dialectes pouvaient avoir été parlés successivement, et avoir rendu graduelle la transition du grec à l'italien, par l'abandon alternatif de quelques mots, et l'adoption de certains autres.

Bien plus, si notre antiquaire parvenait à prouver que les paroxysmes volcaniques du Vésuve ont toujours été tels que l'engloutissement successif des trois villes correspondît avec les changements survenus dans le langage de leurs habitants, dès lors le passage subit d'une ville grecque à une ville romaine, et d'une ville romaine à une ville italienne, pourrait servir de preuve aux transitions non moins soudaines du langage.

Or, il en est de même en géologie; car s'il était possible de supposer qu'il entrât dans le plan de la Nature de conserver, dans toutes les régions du globe, une série non interrompue de monuments propres à perpétuer le souvenir des vicissitudes de la création organique, on pourrait en conclure que l'extinction subite de certaines espèces, et l'apparition simultanée de certaines autres, ont eu lieu chaque fois que

deux formations en contact renferment des fossiles organiques différents. Mais on avouera que pour prêter de telles vues à la Nature, il faudrait se refuser à admettre les résultats que présente l'ensemble des causes aqueuses, ignées et organiques actuellement existantes.

CHAPITRE XII.

DU SOULÈVEMENT SUBIT ET DU PARALLÉLISME SUPPOSÉ DES CHAÎNES DE MONTAGNES CONTEMPORAINES.

Exposition de la théorie du soulèvement subit des chaînes de montagnes parallèles. — Objections à la preuve alléguée en faveur de la soudaineté du soulèvement, et de la contemporanéité des chaînes parallèles. — Considérations tendant à établir qu'ainsi que de grandes étendues de terre s'élèvent et s'abaissent lentement, de même des zones étroites peuvent être graduellement soulevées à de grandes hauteurs. — Du défaut de parallélisme dans les lignes de volcans en activité.

La doctrine de la soudaineté et de l'universalité des révolutions que le globe a subies dans les temps passés, à des périodes successives, a semblé emprunter une nouvelle force à la théorie sur l'origine des chaînes de montagnes, récemment mise en avant par un géologue distingué, M. Élie de Beaumont. Dans un essai sur cette théorie, M. de Beaumont a cherché à établir deux points, savoir : 1° que diverses

chaînes de montagnes, indépendantes les unes des autres, ont été soulevées subitement à des époques particulières; 2° que toutes les chaînes contemporaines ainsi soulevées ont conservé leur parallélisme, même dans les régions les plus éloignées entre elles.

Ces opinions, ainsi que plusieurs autres qui se trouvent exprimées dans le même essai, sont tellement opposées à celles qui ont été soutenues dans le chapitre précédent, et au mode de raisonner que j'ai recommandé de suivre, lorsqu'on entre dans le domaine des théories, que je ne puis me dispenser de faire connaître en quoi consiste la différence entre mes idées et celles de M. de Beaumont. Cette explication, du reste, est d'autant plus nécessaire, que les généralisations dont il s'agit sont dues à un savant dont le talent comme écrivain est égal à celui qui le distingue comme observateur. Je commencerai par faire un exposé succinct des propositions principales que renferme son ouvrage.

« 1° L'histoire de la terre, dit M. de Beaumont, présente, d'une part, de longues périodes de repos comparatif pendant lesquelles le dépôt de la matière sédimentaire s'est opéré d'une manière aussi régulière que continue; et de l'autre, de périodes de très-courte durée, pendant lesquelles ont eu lieu de violents paroxysmes qui ont interrompu la continuité de cette action.

« 2° Chacune de ces époques de paroxysme, ou de révolution dans l'état de la surface de la terre, a déterminé la formation subite d'un grand nombre de chaînes de montagnes.

« 3° Toutes les chaînes soulevées par la même révolution ont une direction uniforme, et sont parallèles les unes aux autres, à un petit nombre de degrés près, lors même qu'elles se trouvent situées dans des contrées très-éloignées entre elles. Quant aux chaînes soulevées à des époques différentes, elles ont, pour la plupart, des directions différentes.

« 4° Chacune de ces ' révolutions, ' ou comme on les appelle quelquefois, de ' ces effroyables convulsions,' a toujours coïncidé avec un autre phénomène géologique, savoir ' le passage d'une formation sédimentaire à une autre, ' caractérisée par une différence considérable dans ses ' types organiques. '

« 5° Outre que ces mouvements violents de paroxysme ont eu lieu depuis les époques géologiques les plus anciennes, ils peuvent encore se reproduire à l'avenir; de sorte que l'état de repos dans lequel nous vivons actuellement, sera peut-être un jour interrompu par le soulèvement subit d'un nouveau système de chaînes de montagnes parallèles.

« 6° On peut supposer qu'une de ces révolutions a eu lieu dans les temps historiques, lorsque les Andes atteignirent leur hauteur actuelle; car cette chaîne,

qui probablement a été soulevée la dernière, est la plus nettement tranchée de toutes celles qu'on observe aujourd'hui à la surface du globe, et celle qui présente les traits les moins altérés.

« 7° Comme l'émersion subite des grandes masses de montagnes hors de l'Océan doit occasionner une agitation violente dans les eaux, ne se pourrait-il pas que le soulèvement des Andes eût donné lieu à ce déluge temporaire dont les traditions d'un si grand nombre de peuples font mention?

« Enfin, les révolutions successives dont nous venons de parler, ne peuvent être rapportées à des forces volcaniques ordinaires, mais il est probable qu'elles sont dues au refroidissement séculaire de l'intérieur de notre planète (*). »

Le plus grand nombre des sujets énoncés dans le sommaire précédent ayant été déjà discuté dans le dernier chapitre, je me bornerai, quant à présent, à examiner ce que les preuves que l'on a alléguées en faveur du soulèvement subit et de l'origine

(*) Annales des Sciences Naturelles, Septembre, Novembre et Décembre 1829.— Revue Française, N° 15, Mai 1830.— La dernière édition de l'exposé de cette théorie qu'a donné M. de Beaumont, a été insérée dans la troisième édition du Manuel de M. de La Bèche. Voir aussi le traité de Géognosie, par d'Aubuisson, 1835, tome III, p. 282, et les Instructions pour l'exploration de l'Algérie, 1838, rédigées par M. de Beaumont.

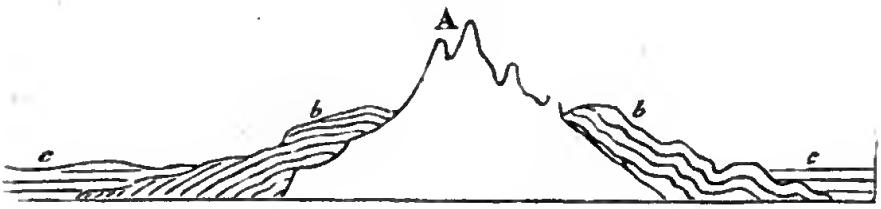
contemporaine des chaînes parallèles me semble avoir d'insuffisant. En même temps, je ferai remarquer que la masse de faits recueillis à cet égard par M. de Beaumont sera toujours d'un secours inappréciable pour la science, en ce sens que de tels faits tendent non-seulement à confirmer l'hypothèse de la formation successive de différentes chaînes de montagnes, mais aussi à prouver l'existence de certaines lignes déterminées de direction, dans les strates de diverses contrées.

Ce qui suit peut être regardé comme l'analyse des preuves sur lesquelles repose la nouvelle théorie. « Lorsqu'on examine avec soin la plupart des chaînes de montagnes, on remarque, dit M. de Beaumont, que les couches les plus récentes s'étendent horizontalement jusqu'au pied de ces chaînes, comme il est à croire que cela aurait eu lieu si elles se fussent déposées dans des mers ou dans des lacs dont ces montagnes auraient en partie formé les rivages; tandis que les autres lits sédimentaires, redressés, et plus ou moins contournés sur les flancs des montagnes, s'élèvent quelquefois jusqu'à leurs cimes les plus hautes (*). » Il existe donc dans chaque chaîne de montagnes, et dans leur voisinage immédiat, deux classes de roches sédimentaires,—les strates anciennes

(*) Phil. Mag. and Annals, n° 58, New Series, p. 242.

ou inclinées, et les couches récentes ou horizontales. D'après cela, n'est-il pas évident que le soulèvement de la chaîne elle-même « a dû avoir lieu entre l'époque à laquelle se sont déposés les lits aujourd'hui inclinés, et celle où se sont formées les couches horizontales qu'on observe à ses pieds. »

Fig. 11.

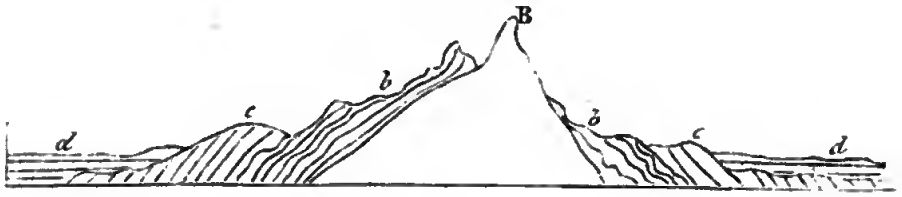


C'est ainsi par exemple, que la chaîne *A* prit sa forme actuelle après l'accumulation des strates *b*, qui ont subi de grands mouvements, et avant la formation du groupe *c*, dont les couches n'ont éprouvé aucun dérangement.

Si dans une autre chaîne (voyez celle qui a été représentée en *B*, figure 12), non-seulement le groupe *b*, mais aussi les couches *c* se trouvent dérangées de leur position primitive, et qu'elles reposent sur leurs tranches, on doit en conclure que cette chaîne est d'une date postérieure à celle que nous avons désignée par *A*; car la chaîne *B* doit avoir été soulevée *après* la formation de *c*, et avant celle de *d*,

tandis que le soulèvement de la chaîne *A* a eu lieu *avant* l'accumulation des strates *c*.

Fig. 12.



On a déduit de là que pour reconnaître si d'autres chaînes de montagnes sont contemporaines de *A* et de *B*, ou si elles doivent être rapportées à des époques *différentes*, il suffit de rechercher si, dans chacune d'elles, les séries de couches inclinées et horizontales correspondent à celles des types *A* et *B*, ou si elles en diffèrent.

Ce raisonnement est parfaitement exact tant que l'on ne confond point les périodes de l'accumulation des groupes locaux *b* et *c* avec les époques pendant lesquelles vécurent les animaux et les plantes que l'on a trouvés à l'état fossile dans ces formations, et tant que l'on donne au mot *contemporain* un sens aussi étendu que celui qui lui convient ici; car ce mot doit être entendu comme faisant allusion, non à un simple moment, mais à tout le temps, soit qu'il ait été de courte ou de longue durée, qui s'est écoulé entre deux événements, savoir, entre l'accumulation des strates inclinées et celle des couches horizontales.

Malheureusement, l'auteur du traité que nous examinons ne s'étant point attaché à éviter une telle source de confusion, il en est résulté que les termes de chacune de ses diverses propositions sont équivoques, et la durée de quelques-uns des intervalles qu'il admet a pu être si longue, qu'affirmer que toutes les chaînes soulevées pendant ces intervalles sont *contemporaines*, c'est faire un véritable abus de mots?

Pour rendre cet argument plus sensible, je l'appuierai par un exemple, et cet exemple me sera fourni par les Pyrénées. Cette chaîne de montagnes, dit M. de Beaumont, fut soulevée d'un seul jet (*), jusqu'à sa hauteur actuelle, à l'époque comprise entre la formation des couches crétacées et celle des dépôts tertiaires, ainsi que le prouvent, d'une part, la verticalité, la courbure et les contournements que présentent sur les flancs de cette chaîne les dépôts crayeux *b*, et de l'autre, l'horizontalité des couches tertiaires *c*, qui reposent à sa base sur la Craie. Voyez *Fig.* 11.

Ainsi, la preuve de l'extrême soudaineté de la convulsion qui détermina le soulèvement des Pyré-

(*) Dans la dernière édition de l'exposé de son système (Voyez la note de la page 488 du présent chapitre), M. de Beaumont ne parle de la convulsion qui donna lieu au soulèvement des Pyrénées que comme « de l'une des plus violentes que l'Europe ait jamais éprouvées. »

nées consiste dans la courte durée du temps que l'on suppose s'être écoulé entre la formation de la Craie et celle de certaines strates tertiaires (*). Mais lors même que cet intervalle serait restreint à une telle limite, il se pourrait encore qu'il embrassât un laps de temps très-long. On ne peut cependant, sans s'écarter de la rigueur qu'exige tout raisonnement, permettre à l'auteur d'exclure entièrement soit la période Crétacée, soit la période Tertiaire de la durée possible de l'intervalle pendant la totalité ou une partie duquel l'exhaussement s'est produit; car il n'est point à supposer que ce mouvement ait eu lieu après la fin de la période Crétacée. Tout ce qu'il est possible d'admettre, c'est qu'il s'est manifesté après l'accumulation de certaines couches déposées pendant cette période. D'un autre côté, quoiqu'il soit vrai qu'il ait eu lieu avant la formation de certaines strates tertiaires situées à la base des Pyrénées, il ne s'ensuit nullement qu'il ait précédé toute la période tertiaire.

Le soulèvement des Pyrénées peut donc s'être produit soit avant que les animaux de la période Crétacée cessassent d'exister, soit pendant que les couches de Maëstricht étaient en voie de se déposer, soit durant l'intervalle immense qui a pu s'écouler entre l'extinction des animaux contemporains de cette for-

(*) Phil. Mag. et Annales, n° 58, New Series, p. 243

mation, et l'apparition des tribus Éocènes, soit lors de l'accumulation des strates Éocènes, soit enfin, pendant la durée entière d'une seule de ces périodes, ou de plusieurs d'entre elles, ou même de toutes.

Ce serait faire une supposition entièrement gratuite, que d'admettre que les couches crayeuses inclinées (*b*, *Fig.* 11) qui s'appuient sur les flancs des Pyrénées, sont précisément les dernières qui furent déposées durant la période Crétacée, ou qu'aussitôt qu'elles eurent été redressées, toutes, ou du moins presque toutes les espèces d'animaux et de plantes qu'elles renferment aujourd'hui à l'état fossile, furent subitement détruites. Cependant, à moins d'en avoir la preuve positive, on ne peut affirmer que les Pyrénées n'ont pas été soulevées pendant la période Crétacée; et, par conséquent, il se pourrait qu'une autre chaîne de montagnes, ayant à sa base des roches crétacées horizontales, eût été élevée comme la chaîne *A*, *Fig.* 11, pendant une partie de la même grande période.

Il existe en Sicile des montagnes de deux ou trois mille pieds (600 ou 900 mètres) de haut, terminées à leur sommet par un calcaire, dont presque toutes les espèces de coquilles et de zoophytes fossiles, s'accordent avec celles qui vivent de nos jours dans la Méditerranée. Là, comme dans plusieurs autres contrées, les dépôts actuellement en voie de se former dans la

mer, renferment des coquilles et d'autres fossiles, d'espèces identiques avec celles des roches qui constituent le continent voisin. De même, il y a certaines îles dans la Mer Pacifique où une masse de coraux morts a été émergée et s'élève à une hauteur considérable au-dessus du niveau des eaux, tandis que d'autres portions de cette même masse sont encore sous la mer, où chaque jour elles augmentent de volume par suite du développement des coquilles et des zoophytes vivants dont elle est formée. Or, cet exemple ne prouve-t-il pas qu'à quelque époque ancienne, la craie des Pyrénées a pu être soulevée jusqu'à une hauteur de plusieurs milliers de pieds, en même temps que les espèces trouvées à l'état fossile dans cette formation continuèrent à avoir leurs représentants dans la faune de l'Océan voisin? En un mot, on ne peut supposer que la formation d'une nouvelle chaîne de montagnes ait, tout à la fois, mis fin à la période Crétacée, et servi de prélude à un nouvel ordre de choses dans la création animée.

Pour rendre plus sensibles les graves objections que nous venons d'avancer contre la théorie exposée dans ce chapitre, nous supposerons qu'en un certain pays, trois ordres d'architecture, savoir, l'ordre grec, l'ordre romain et l'ordre gothique, aient dominé successivement, chacun pendant mille ans; puis, que durant une de ces trois périodes, un tremblement de

terre assez violent pour renverser tous les monuments, ait eu lieu dans le pays. Si un antiquaire curieux de connaître l'époque de cet événement, arrivait dans une ville où il trouverait, d'une part, plusieurs temples grecs en ruines et à moitié engloutis, et de l'autre, un grand nombre de monuments gothiques debout et sans la moindre altération, pourrait-il, sur ces données, déterminer l'époque de la secousse souterraine? Pourrait-il même exclure une des trois périodes, et décider que cette secousse a dû être produite pendant l'une des deux autres? Non, bien certainement; tout ce qu'il pourrait faire serait d'affirmer qu'elle a eu lieu après l'introduction du style grec, et avant que le style gothique fût abandonné. S'il voulait en assigner la date d'une manière plus précise, et soutenir qu'elle a dû arriver après la période grecque, et avant la période gothique, c'est-à-dire à l'époque où le style romain était en usage, la fausseté de son raisonnement serait trop palpable pour n'être pas aperçue immédiatement.

Telle est cependant la nature de l'induction erronée que j'expose en ce moment; car, ainsi que dans l'exemple que je viens de citer, l'érection d'un édifice peut être tout à fait indépendante de la période d'architecture pendant laquelle il a pu être élevé, de même le dépôt de la craie, ou de toute autre série de couches, est sans aucun rapport avec les époques

géologiques caractérisées par tels ou tels fossiles.

Il serait, en quelque sorte, superflu de pousser plus loin l'analyse de la théorie du parallélisme, toute la force de l'argument reposant sur l'exactitude des données à l'aide desquelles la contemporanéité ou la non-contemporanéité du soulèvement de deux chaînes distinctes peut être démontrée. En tout cas, cet argument est équivoque, envisagé de la manière dont M. de Beaumont le présente, ce géologue ne faisant intervenir dans le laps de temps qui a pu s'écouler entre le dépôt des couches inclinées et celui des strates horizontales, aucune partie des périodes auxquelles doit être rapportée chacune de ces diverses classes de formations. Il suit de là que tous les faits géologiques cités par M. de Beaumont peuvent être véritables, sans que pourtant on doive nécessairement en conclure la simultanéité, ou la non-simultanéité du soulèvement de certaines chaînes de montagnes.

On remarquera aussi que les géologues ne s'accordent nullement à l'égard du parallélisme de la *direction* de toutes les chaînes qui passent pour être contemporaines, et que plusieurs de celles dont on va chercher des exemples jusqu'en Afrique, en Asie, dans l'Inde, et dans l'Amérique du Sud, sont trop peu connues, même géographiquement, pour servir de données positives à une généralisation certaine.

Du soulèvement et de l'abaissement lents de grandes étendues de terrains. — Nous avons déjà vu que des observations récentes ont révélé le fait, aussi surprenant qu'imprévu, que de vastes parties du globe, dont quelques-unes ont plusieurs milliers de milles de circonférence, telles entre autres que la Suède, la côte occidentale de l'Amérique du Sud, et certains archipels de l'Océan Pacifique, éprouvent un mouvement lent et insensible d'exhaussement, tandis que d'autres régions, telles que le Groënland, diverses parties de la Mer Pacifique et de l'Océan Indien, qui renferment un grand nombre d'*atolls* ou îles circulaires de coraux, présentent le phénomène contraire, c'est-à-dire, qu'elles s'abaissent graduellement.

On ne peut nier que l'origine de tous les continents actuels et des abîmes sous-marins ne soit due à la continuité de mouvements de cette nature, pendant des temps dont nous ne pouvons apprécier la durée. D'un autre côté, la dénudation que les parties découvertes du globe semblent avoir éprouvée en tous lieux, favorise l'opinion qui attribue leur émersion à une suite de mouvements ascendants, prolongée pendant d'incalculables périodes de temps. Ne voit-on pas, en effet, que l'action des vagues et des courants sur les continents qui s'élèvent lentement du sein de l'Océan, est la seule force au moyen de laquelle on puisse concevoir que tant de vallées profondes et de

vastes espaces ont été dénudés, comme cela a lieu si incontestablement, par l'effet des eaux courantes? Aussi, une des objections les plus sérieuses que l'on puisse faire à la théorie du soulèvement subit des continents, est qu'elle ne nous permet pas de recourir à cette grande force, si nécessaire à l'explication de la configuration extérieure de toutes les îles et de tous les continents.

De la lenteur avec laquelle peut se produire aussi le soulèvement d'une zone continentale étroite.—Mais, dira-t-on, peut-être n'y a-t-il aucune analogie entre le soulèvement lent de vastes plaines ou de grands plateaux, et la manière probable dont toutes les chaînes de montagnes, avec leurs strates inclinées, ont été engendrées. A cela, nous répondrons qu'il existe des chaînes très-considérables, telles que les Andes, dans lesquelles l'action des volcans et des tremblements de terre se manifeste avec une grande énergie, en suivant des lignes déterminées. D'un autre côté, la partie occidentale de l'Amérique du Sud peut avoir été élevée de plusieurs pieds dans l'espace d'un siècle, tandis que les Pampas, situés à l'est, ne l'ont été que de quelques pouces dans le même intervalle de temps. En allant de l'Atlantique à la Mer Pacifique, suivant une ligne qui passe par Mendoza, on traverse une plaine de 800 milles (290 lieues environ) d'éten-

due, dont la partie orientale a été mise à découvert depuis peu. A partir de l'Atlantique, la pente est d'abord très-douce, puis elle le devient un peu moins, jusqu'à ce qu'arrivant à Mendoza, le voyageur se trouve avoir atteint, presque insensiblement, une hauteur de 4,000 pieds (plus de 1.200 mètres). Là, commence tout à coup la région montagneuse qui, s'étendant depuis Mendoza jusqu'aux rivages de la Mer Pacifique, présente une surface de 120 milles (43 lieues) de large. La hauteur moyenne de la chaîne principale est de 15 à 16,000 pieds (4,600 à 4,900 mètres environ), sans compter quelques pics qui sont encore plus élevés. Or, pour expliquer la cause des principales inégalités de niveau dont nous venons de parler, il suffit de concevoir, à l'ouest de Mendoza, une zone de mouvement plus violent, et à l'est du même point une force soulevante décroissant graduellement à mesure qu'on se rapproche de l'Atlantique. En un mot, il suffit d'admettre que la région des Andes fut élevée de quatre pieds (1m 22) pendant que les Pampas, situés près de Mendoza, ne le furent que d'un pied (3 décimètres environ), et les plaines voisines des côtes de l'Atlantique, d'un pouce (25 millimètres) seulement. En Europe, on a reconnu qu'au cap Nord, le sol s'élève de cinq pieds (1m 5 environ) par siècle; que plus loin, vers le sud, le mouvement n'est que d'un pied (3 décimètres à peu près); à

Stockholm, de trois pouces (76 millimètres); et que plus loin, enfin, il cesse entièrement.

Du non-parallélisme des lignes de volcans en activité. Je terminerai ce chapitre en faisant observer que s'il est vrai que les tremblements de terre et les volcans soient les effets d'une seule et même cause, il est extrêmement probable que, pendant un grand nombre de siècles, les tremblements de terre se produisent sur des zones étroites. De plus, comme les diverses séries de volcans en activité, tout en étant disposées par rangées, occupent quelquefois des directions perpendiculaires les unes aux autres, il est à croire que, soit par suite de soulèvements, ou d'abaissements, les lignes de convulsions souterraines doivent également s'écarter beaucoup du parallélisme.

CHAPITRE XIII.

DE LA DIFFÉRENCE DE TEXTURE QU'ON OBSERVE ENTRE LES ROCHES ANCIENNES ET LES ROCHES MODERNES.

De la solidification des strates fossilifères. — De la solidité originelle de certains dépôts. — Texture propre aux roches de transition, et texture schisteuse. — Caractère cristallin des roches Plutoniques et Métamorphiques. — Théorie de leur origine. — Elle est essentiellement souterraine. — Aucune preuve n'indique qu'aux époques anciennes ces roches aient été produites en plus grande abondance que de nos jours. — Dernières remarques et conclusions sur l'identité entre l'ancien système et le système actuel de changements terrestres.

Un autre argument en faveur de la dissemblance entre les causes anciennes et les causes actuelles, a été déduit par plusieurs géologues de la plus grande compacité, de la texture plus *rocheuse*, si l'on peut s'exprimer ainsi, et plus cristalline des formations anciennes, si on les compare aux formations récentes.

De la solidification des strates. — Ce sujet peut être

envisagé sous le double rapport de ce qui concerne les strates fossilifères, et les roches qui, tout à la fois cristallines et stratifiées, comme le gneiss et le micaschiste, ne renferment aucun débris organique. On ne peut mettre en doute que les strates fossilifères ne soient, en général, d'autant plus compactes et plus *rocheuses* qu'elles sont plus anciennes. D'un autre côté, il n'est pas moins certain qu'un grand nombre d'entre elles ont été originairement à l'état de mollesse et d'incohérence, et que leur solidification n'a eu lieu que postérieurement à leur formation. Ainsi, l'on trouve quelquefois, soit des galets incohérents et du sable fortement agglutinés ensemble par un ciment ferrugineux ou siliceux, soit d'autres corps qui, d'abord incohérents aussi, ont été liés ensuite par la chaux qui s'y est introduite à l'état de dissolution.

Tout porte à croire que c'est au moment de l'émersion de quelques couches, que leurs éléments constituants ont pris leur arrangement définitif et qu'ils se sont durcis. C'est, par exemple, ce qui a lieu pour la marne du lac Supérieur. Cette marne, dans laquelle on trouve des coquilles d'eau douce, n'est pas plutôt exposée à l'air, qu'elle devient solide au point qu'on ne peut la briser qu'à l'aide du marteau. Les débris organiques ont, parfois, éprouvé une transformation singulière, comme lorsque le bois, les coquilles et les coraux se sont silicifiés, la matière cal-

caire ou ligneuse de ces corps s'étant alors trouvée remplacée par de la silice presque pure.

On observe aussi dans certaines formations actuellement en voie de s'accumuler, particulièrement dans des récifs de coraux et dans des dépôts provenant des eaux de sources minérales, tant calcaires que siliceuses, que la texture de ces formations peut quelquefois, dès leur origine, offrir un caractère *rocheux*. Cette circonstance explique jusqu'à un certain point comment, contrairement à la règle générale, il arrive assez souvent que des couches solides reposent sur des roches plastiques et incohérentes, comme cela a lieu particulièrement dans les environs de Paris, où les formations tertiaires, dont une grande partie consiste en calcaire compacte et en grès siliceux, sont plus *rocheuses* que la craie sous-jacente.

On comprendra sans peine que les diverses causes solidifiantes qui viennent d'être énumérées, ainsi que la pression exercée par les roches supérieures et l'influence de la chaleur souterraine, doivent exiger un certain laps de temps pour produire tout leur effet. Si, dans le cours des siècles, elles modifient l'aspect et la structure intérieure des dépôts stratifiés, elles permettront de distinguer, d'une manière tranchée, les caractères généraux des formations anciennes de ceux des formations récentes. Mais cette distinction ne proviendra pas de la différence de ces caractères à leur ori-

gine : ces roches différeront entre elles exactement à la manière dont le bois des vieux arbres d'une forêt diffère, à l'égard de la texture et de la dureté, de celui des jeunes individus appartenant aux mêmes espèces.

Texture des roches de transition. — Dans la classification proposée par Werner, les roches éminemment cristallines, qui ne contiennent point de débris organiques, telles que le granit et le gneiss, étaient appelées roches primaires; tandis que les strates fossilifères étaient désignées sous la dénomination de secondaires, et les formations intermédiaires, sous celle de terrain de transition, parce que les roches qu'elles comprennent participent, relativement à leur composition minéralogique, des formations les plus cristallines, comme le gneiss et le micaschiste, et des strates fossilifères, tant sous le rapport des débris organiques qu'elles renferment quelquefois, que des signes manifestes d'origine mécanique qu'elles présentent. On avait cru d'abord que toutes les roches qui offrent cette texture intermédiaire avaient été déposées postérieurement aux roches primaires, et antérieurement à toutes celles qu'on avait appelées secondaires; mais aussitôt que la position relative et les débris organiques de ces roches de transition furent mieux connus, on s'aperçut qu'elles n'appartenaient pas toutes à la même période. Loin de là, au contraire, les mêmes

caractères minéralogiques furent trouvés dans des strates dont les âges étaient très-différents; et certaines formations des Alpes, que plusieurs des plus habiles élèves de Werner avaient classées parmi les roches de transition, finirent par être reconnues, au moyen de leurs fossiles et de leur position, pour des membres de la période Crétacée. La texture de *transition* de ces strates était due à l'influence de causes qui, depuis leur accumulation, avaient modifié leur arrangement intérieur.

Texture et origine des roches Plutoniques et Métamorphiques. — Parmi les changements les plus singuliers qui s'opèrent dans les roches, nous citerons la texture schisteuse dont, parfois, les plans de division coupent les vrais plans de stratification, et passent même directement à travers les fossiles qui se trouvent enchâssés dans les roches où se produit cette texture. Si donc, des roches fossilifères d'âges divers ont, à des époques différentes, subi quelque modification notable dans leur mode d'arrangement, en prenant telle ou telle texture, considérée jadis comme étant caractéristique de certaines périodes de l'histoire du globe, ne se demandera-t-on pas s'il n'en pourrait être de même à l'égard de l'état cristallin le plus avancé, tel que celui qui distingue le gneiss, le micaschiste et le marbre statuaire? Plusieurs géolo-

gues ont pendant longtemps soupçonné que les caractères particuliers de ces roches sont dus réellement à diverses causes modifiantes,— opinion qui, depuis peu, a fait de grands progrès, quoique aujourd'hui elle donne encore lieu à une opposition très-vive. Suivant la théorie Neptunienne, telle qu'elle fut conçue d'abord, toutes les formations cristallines avaient été précipitées d'un dissolvant universel, ou fluide chaotique, antérieurement à la création des animaux et des plantes; le granit non stratifié ayant été d'abord ainsi formé de manière à servir de support sur lequel le gneiss et les autres roches stratifiées pussent reposer. Quand ensuite, l'origine ignée du granit cessa d'être contestée, plusieurs naturalistes supposèrent qu'un océan à haute température avait entouré le globe au moment où la croûte granitique qui en formait la première enveloppe avait commencé à se refroidir, et que les eaux chaudes de cet océan tenaient en dissolution les éléments constituants du gneiss, du micaschiste, du schiste amphibolique, du schiste argileux et du marbre — roches qui s'étaient successivement précipitées sous forme cristalline. Ils prétendaient, en outre, que ces formations ne contenaient point de fossiles, parce que d'une part, la température élevée du fluide, et de l'autre, la quantité de matière minérale qu'il tenait en dissolution, ne permettaient à aucun être organisé d'y vivre.

Le plan de cet ouvrage ne me permettant pas d'entrer ici dans de longs développements sur la théorie qu'ailleurs j'ai désignée sous le nom de *théorie métamorphique* (*), je me bornerai à établir qu'aujourd'hui, dans plusieurs contrées, des formations fossilifères, dont quelques-unes sont de l'âge des strates Siluriennes, comme celles qu'on observe près de Christiania, en Norwége, et d'autres appartenant à la période Oolithique, comme celles qui se voient aux environs de Carrare, en Italie, ont été partiellement converties en gneiss, en micaschiste et en marbre statuaire. La transformation de ces roches peut être attribuée, soit à l'influence de la chaleur souterraine s'exerçant sous une pression très-forte, soit à des causes chimiques et électriques dont la manière d'agir est encore inconnue. Ces causes ont été désignées sous le nom d'action *Plutonique*, pour exprimer en un seul mot toutes les causes modifiantes qui peuvent agir à de grandes profondeurs, et sous des conditions tout à fait différentes de celles dont les effets se produisent à la surface. C'est cette action Plutonique qui doit déterminer la fusion du granit dans les entrailles de la terre, et donner lieu à la texture métamorphique qu'affectent dans leur trans-

(*) Voyez les « Éléments de Géologie, » pages 19 à 26 de l'édition française déja citée.

formation, certaines strates sédimentaires. Or, si l'on se rend bien compte du phénomène du métamorphisme, et de ses résultats, on comprendra facilement que les roches qui en ont éprouvé les effets peuvent être considérées comme appartenant à deux âges, dont l'un se rapporte à l'époque de leur accumulation sédimentaire, sous forme de limon, de sable, de marne ou de calcaire; et l'autre, au moment où elles ont pris leur texture cristalline. On voit d'après cela, que les mêmes strates peuvent tout à la fois être très-anciennes, quant à leur formation comme dépôts aqueux, et très-modernes, si l'on ne considère que l'époque du développement de leur caractère métamorphique.

De l'absence de preuves nécessaires pour admettre que dans les temps anciens les roches cristallines ont été produites en plus grande abondance qu'aux époques modernes.—Tout en admettant comme vraie la théorie Plutonique ou Métamorphique, plusieurs auteurs modernes persistent à soutenir que les formations cristallines et non fossilifères, tant stratifiées que non stratifiées, telles que le gneiss et le granit, doivent être considérées comme une classe de roches extrêmement anciennes. L'époque, disent-ils, de la production la plus abondante de ces roches coïncide avec celle où le globe était à son état primitif; depuis.

cette action productrice s'est constamment exercée avec moins d'énergie, de sorte qu'aux périodes Oolithique et Crétacée, elle s'est trouvée affaiblie au point qu'avant le commencement de l'époque Tertiaire, elle a disparu complétement.

Or, la justesse de ces idées dépend presque entièrement de la question de savoir si le granit et le gneiss, ont, ainsi que les autres roches du même ordre, jamais été produits à la surface; ou si, suivant les opinions que nous venons de signaler, ces roches sont d'une origine essentiellement souterraine, et doivent, par suite, être désignées sous la dénomination d'*hypogènes*. S'il est vrai qu'elles aient été formées à la surface, dans leur état actuel, et en aussi grande abondance aux époques modernes que dans les temps anciens, on doit trouver bien plus de granits et de gneiss tertiaires et secondaires que de roches analogues primaires. Mais si l'on adopte la théorie hypogénique, la diminution rapide que présente leur volume, parmi les roches visibles dans l'écorce du globe, à mesure que l'on étudie les formations de date plus récente, devient facile à concevoir. Supposant donc qu'une masse de matière fondue soit aujourd'hui en voie de se refroidir très-lentement, à la profondeur de plusieurs milles au-dessous du cratère d'un volcan brûlant, il faudra nécessairement admettre qu'elle restera invisible jusqu'à ce que quelque grande révolu-

tion survienne dans l'écorce du globe. De même, si, après avoir été soumises à l'action Plutonique, et avoir été chauffées ou amenées à l'état de demi-fusion, des roches stratifiées venaient actuellement à se refroidir et à cristalliser à une très-grande distance de la surface de la terre, il est extrêmement probable qu'un laps de temps considérable, plusieurs périodes peut-être, s'écouleraient avant qu'elles devinssent visibles, même en un seul point de la superficie du globe. Pour produire cet effet, il ne faudrait rien moins qu'un développement de force souterraine égale à celle qui, dans les Alpes, dans les Andes et dans l'Himalaya, a élevé des strates marines renfermant des ammonites, jusqu'à la hauteur de 8,000, de 14,000 et de 16,000 pieds (2,400, 4,300 et 4,900 mètres).

Le même raisonnement nous conduirait à douter qu'aucune roche hypogène des périodes tertiaires se trouve jamais à portée de l'observation, par suite de l'immense durée du temps qui doit toujours s'écouler entre l'apparition de ces roches, à la surface et l'époque de leur formation; et l'on conçoit qu'elles ne pourront, à plus forte raison, devenir visibles d'une manière générale que lorsqu'elles auront acquis une ancienneté relative très-grande. Une dénudation considérable doit aussi se combiner avec leur soulèvement avant qu'elles puissent se montrer à la surface sur de vastes étendues.

Tous les géologues qui se livrent à l'observation des mouvements souterrains et des éruptions volcaniques qui ont lieu de nos jours, sont convaincus que de grands changements sont continuellement en voie de s'accomplir dans l'intérieur de la croûte du globe. Forcés de reconnaître, d'après cela, que l'ignorance dans laquelle on est encore relativement à l'action des causes actuelles, est due à l'inaccessibilité des régions où s'opèrent ces changements, ils ne peuvent que former des conjectures sur la nature des produits auxquels la chaleur volcanique donne lieu sous une très-forte pression.

Mais lorsqu'ils viennent à découvrir dans une chaîne de montagnes très-ancienne, que ce qui formait jadis l'intérieur de l'écorce terrestre a été repoussé en dehors, et mis au jour, ils doivent s'attendre naturellement, en se livrant à l'investigation de ces régions montagneuses, à trouver occasion de voir à nu, non-seulement des strates superficielles appartenant à des périodes très-anciennes, mais aussi des roches contemporaines formées à de grandes profondeurs. Ainsi, après avoir reconnu dans cette chaîne de montagnes quelques roches anciennes d'origine aqueuse et volcanique correspondant, sous le rapport du caractère, à des formations superficielles d'une date récente, ils considéreront toute autre classe de roches anciennes, telles que le granit et le gneiss, comme le

résultat des phénomènes dont ils recherchaient la cause. Ces dernières roches, toutefois, ne justifieront l'idée qu'ils s'étaient faite d'avance de leur nature et de leur texture probables, que si elles offrent un aspect insolite et mystérieux, et si, en quelques lieux, elles ont été fondues ou modifiées par la chaleur souterraine ; en un mot, si elles diffèrent entièrement des strates fossilifères déposées à la surface, ou des laves et des scories rejetées à l'air libre par les volcans. C'est donc la différence entre les formations cristallines telles que le granit, le schiste amphibolique, ainsi que plusieurs autres encore, et toutes les substances dont l'origine nous est bien connue, qui doit nous porter à les considérer comme les effets de causes actuellement en action dans les régions souterraines. Elles n'appartiennent point à un ordre de choses qui a cessé d'exister, et ne constituent pas les monuments d'une période primitive sur lesquels seraient inscrits en caractères vieillis des mots et des phrases appartenant à une langue morte; mais elles nous révèlent cette partie du langage vivant de la Nature que ne peut nous apprendre le cours journalier des événements qui s'opèrent à la surface habitable du globe.

Dernières remarques et conclusion sur l'identité entre l'ancien système et le système actuel de changements ter-

restres. — Ici va enfin se terminer la discussion d'une question qui, dès le commencement du cinquième chapitre de ce volume, n'a cessé de nous occuper, et dont le but était de savoir si, depuis les temps les plus reculés de l'histoire du globe, il s'est manifesté quelque interruption dans un système uniforme de changements relatifs à la création animée et au monde inorganique. Nous avons été amenés à nous livrer à cette recherche, en voyant combien les progrès de l'opinion, en géologie, ont été influencés par la supposition du peu d'analogie qui existait, tant à l'égard de leur nature que de leur intensité, entre les causes des anciennes révolutions du globe, et celles qui, à l'époque actuelle, agissent d'une manière incessante. Il paraît que non-seulement les premiers géologues n'avaient qu'une connaissance très-limitée des changements qui s'accomplissent de nos jours, mais qu'en outre, ils n'avaient aucun sentiment de leur ignorance à cet égard. La présomption que devait naturellement leur inspirer une pareille disposition d'esprit, les portait à décider, sans la moindre hésitation, que le temps ne pourrait jamais amener les forces actuelles de la Nature, à produire des changements d'une grande importance, et bien moins encore des révolutions aussi considérables que celles dont la géologie nous révèle l'histoire. Leur imagination s'appliquait bien plus à deviner *ce qui*

pouvait être, qu'à rechercher *ce qui est;* en d'autres termes, ils s'abandonnaient à des conjectures sur ce qu'avait pu être le cours de la Nature à des époques reculées, plutôt que de se livrer à des investigations sur la marche qu'elle suivait de leur temps.

Il leur semblait beaucoup plus philosophique de bâtir des hypothèses sur les possibilités du passé, que d'explorer avec patience les réalités du présent. De plus, lorsque sous l'influence de ce principe, leur imagination venait à enfanter quelques nouvelles théories, loin de chercher à en vérifier l'exactitude en examinant les rapports qu'elles offraient avec la manière d'être ordinaire de la Nature, elles leur paraissaient, au contraire, avoir d'autant plus de droits à leur confiance, que, par leur nature et leur intensité, elles s'écartaient davantage des causes actuelles.

Fut-il jamais une chose plus propre à favoriser l'indolence, et à réprimer l'élan de la curiosité, que cette supposition de la discordance entre les causes anciennes et les causes actuelles de changement? Elle empêcha au plus haut point d'admettre franchement l'évidence des modifications faibles, mais incessantes, que subit chaque partie de la surface du globe, et qui font varier la condition des êtres animés qui l'habitent. Au lieu d'exciter l'élève en lui offrant l'espoir de parvenir un jour à la solution des problèmes relatifs à la structure de la terre, — au lieu de l'ame-

ner à des recherches approfondies sur l'histoire naturelle du monde organique, et sur les effets complexes des causes ignées et des causes aqueuses actuellement en action, on lui enseignait à se décourager dès ses premiers pas. La géologie, lui disait-on sans cesse, ne pourra jamais s'élever au rang d'une science exacte; — le plus grand nombre des phénomènes qu'elle embrasse resteront à jamais inexplicables, ou seront, tout au plus, partiellement éclaircis à l'aide d'ingénieuses conjectures. On allait même jusqu'à prétendre que le mystère dont cette science était entourée, devait être considéré comme un de ses plus grands charmes, en ce qu'il donnait à l'imagination pleine et entière carrière pour s'élancer dans le champ sans limites de la spéculation.

Le mode d'investigation diamétralement opposé à cette méthode, consiste dans la recherche sérieuse et longtemps continuée des rapports qui existent entre les phénomènes géologiques anciens, et le résultat des changements actuellement en voie de s'opérer, soit sous nos yeux, soit dans des régions inaccessibles à l'observation, et dont la réalité est attestée par les volcans et par les mouvements souterrains. Il a pour but aussi d'évaluer la somme totale des actions ordinaires, accumulées par le temps, et tend puissamment à faire espérer que les ressources qu'on est en droit d'attendre de l'observation et de l'expérience,

ou de l'étude des lois de la Nature, telles qu'elles se manifestent aujourd'hui, sont bien loin d'être épuisées. On conçoit, d'après cela, qu'une pareille méthode doive rejeter toutes les théories qui, sans égard pour les analogies existantes, admettent qu'à certaines époques, le globe, et par suite, ses habitants, ont éprouvé des révolutions, de violentes et subites catastrophes, et laissent apercevoir le désir de couper le nœud gordien, plutôt que de le délier avec patience.

A présent, nous avons au moins l'avantage de savoir par expérience qu'une méthode opposée à celle-ci a mis constamment les géologues sur la voie de la vérité, et leur a suggéré des idées qui, bien qu'imparfaites d'abord, ont ensuite été jugées susceptibles d'amélioration, jusqu'à ce qu'enfin elles fussent adoptées généralement. Quant à la méthode qui repose sur la supposition d'un ancien ordre particulier de choses et de causes, autre que celui qui subsiste aujourd'hui, elle a toujours conduit à une multitude de systèmes contradictoires qui, n'offrant aucune chance de modifications, ont été renversés les uns après les autres pour être souvent remplacés par des théories diamétralement contraires.

Ici finit la première partie de cet ouvrage. Les trois autres seront consacrées à l'investigation des changements qui s'accomplissent de nos jours, à la sur-

face du globe et parmi ses habitants. L'importance que l'élève attachera à ces recherches sera subordonnée à la confiance qu'il aura dans les principes que nous venons d'exposer. S'il croit fermement à la ressemblance ou à l'identité des systèmes de changements terrestres ancien et actuel, il regardera tous les faits recueillis, à l'égard des causes qui agissent chaque jour, comme étant propres à lui donner l'explication de quelques-uns des mystères des temps passés; il reconnaîtra que les événements qui ont eu lieu aux époques les plus reculées, soit dans la création animée, soit dans le monde inorganique, s'éclairent mutuellement, et cette circonstance suppléera aux informations directes dont la science est privée relativement à quelques-uns des points les plus obscurs de l'ordre de choses actuel. Car, ainsi que l'étude de la configuration extérieure des continents d'aujourd'hui, et celle des êtres qui vivent à leur surface, peuvent nous aider à concevoir l'aspect que devaient offrir ceux des périodes anciennes, de même les dépôts formés dans les mers et les lacs d'autrefois peuvent nous donner une idée de l'action qui, de nos jours, se produit sous les eaux, ainsi que des formes de plusieurs êtres organisés qui, tout en vivant à la même époque que nous, sont hors de la portée de nos moyens d'observer. Les roches produites par le feu souterrain dans les temps anciens, et à de grandes

profondeurs, dans les entrailles de la terre, nous offrent aussi, quand elles sont soulevées et mises à découvert par une suite de mouvements graduels, l'image des changements que les volcans situés à de grandes distances dans l'intérieur de l'écorce terrestre peuvent occasionner, de nos jours, dans les régions inférieures du globe. Ainsi, quoique l'homme séjourne si peu de temps sur la surface de notre terre, qui, elle-même, n'occupe qu'un simple point dans l'espace; — quoique son existence ne dure qu'un moment, l'intelligence dont il est doué le met à même, non-seulement d'énumérer le grand nombre de mondes que, sans le secours de l'art, son œil ne pourrait apercevoir, mais aussi de découvrir les traces d'événements qui se sont accomplis un grand nombre de siècles avant la création de sa race; enfin, il parvient à pénétrer jusqu'aux profondeurs les plus cachées de l'océan, ou de l'intérieur de la partie solide du globe, — libre comme le génie auquel le poëte attribue la puissance d'animer l'univers,

——————— Ire per omnes
Terrasque, tractusque maris, cœlumque profundum.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

642376

Digitized by Google

Digitized by Google